



Faculdade de Ciências
Faculdade de Letras
Instituto de Ciências Sociais
Instituto Superior de Agronomia
Instituto Superior Técnico



Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
Faculdade de Ciências e Tecnologia

**Alterações climáticas e comunidades costeiras: avaliação de risco e adaptação à
erosão e inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau**

“Documento Definitivo”

Doutoramento em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável
Especialidade de Ciências do Ambiente

Morto Baiém Fandé

Tese orientada por:

Doutor Gil Pessanha Penha-Lopes

Professor Doutor Filipe Duarte Santos

Documento especialmente elaborado para a obtenção do grau de doutor

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS



UNIVERSIDADE
DE LISBOA

Faculdade de Ciências
Faculdade de Letras
Instituto de Ciências Sociais
Instituto Superior de Agronomia
Instituto Superior Técnico



Universidade
Nova de Lisboa

Faculdade de Ciências Sociais e Humanas
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Alterações climáticas e comunidades costeiras: avaliação de risco e adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau

Doutoramento em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável

Especialidade de Ciências do Ambiente

Morto Baiém Fandé

Tese orientada por:

Doutor Gil Pessanha Penha-Lopes

Professor Doutor Filipe Duarte Santos

Júri:

Presidente:

- Doutor Rui Manuel dos Santos Malhó, Professor Catedrático e Presidente do Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor Carlos Daniel Borges Coelho, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro;
- Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes, Professora Auxiliar, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro;
- Doutor Sérgio Fernando Dias Rosendo, Bolseiro de Investigação, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa;
- Doutora Maria Luísa de Carvalho de Albuquerque Schmidt, Investigadora Principal, Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa;
- Doutor Francisco Arnaldo de Leite Andrade, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;
- Doutor Gil Pessanha Penha-Lopes, Investigador FCT de nível inicial, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Orientador

Documento especialmente elaborado para a obtenção do grau de doutor

Financiamento: Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PD/BD/114055/2015)

Dedicatória

Para ti, Pwantchande (ou Teresa Bilalé), minha mãe

Agradecimento

A Deus, à minha família, por motivos inumeráveis.

Ao meu orientador Doutor Gil Pessanha Penha-Lopes e ao meu coorientador Professor Doutor Filipe Duarte Santos, pelo inestimável apoio durante o desenvolvimento desta tese. Agradeço à Doutora Cristina Ponte Lira, do Instituto Dom Luiz e Departamento de Geologia e ao Professor Carlos Antunes, do Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, ambos da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), pelas importantes contribuições técnicas a esta tese.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), pela bolsa de doutoramento (PD/BD 114055/2015) que possibilitou o desenvolvimento das atividades conducentes a esta tese.

À Direção e aos docentes do Programa Doutoral em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável (PDACPDS), pela oportunidade, ensinamentos e apoios. Sinceros agradecimentos à Dr.^a Raquel Brito, Secretária do Programa Doutoral.

À FCUL e ao Centre for Ecology, Evolution and Environmental Change (cE3c), pelo acolhimento e apoio. Igualmente agrago ao Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa pelo acolhimento e apoio no primeiro ano. Nisto, um especial agradecimento à Professora Luísa Schmidt. AO Eng. Alexandre Cabral, Ex-Diretor de Planificação Estratégica e Projetos e Coordenador Nacional do Projeto sobre as Alterações Climáticas da Secretaria de Estado do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Guiné-Bissau, pelo acolhimento e supervisão no estrangeiro.

À Camara Municipal de Bissau (CMB) pela concessão da licença de serviço e pelo apoio ao workshop realizado com *stakeholders* em Bissau. Meu muito obrigado ao Sr. Baltazar Cardoso e ao Dr. Luís Melo Silva, Ex-Presidentes da CMB.

Ao Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas Dr. Alfredo Simão da Silva, pelo apoio logístico durante a realização de trabalho de campo e workshops. Agradecimentos especiais ao ex-Diretor, Dr. Alfredo Simão da Silva (*in memoriam*) e ao Dr. Justino Biai, atual Diretor. Agradeço apoio do Parque Natural dos Tarrafes do Rio Cacheu (particularmente Mestre António da Silva, Justino Ampangail e Mário Dante Manuel) e da Casa do Ambiente em Bubaque (particularmente Eng. Quintino Tchanchalam, Honório Fernandes e António Pires). À Associação Onenoral dos Filhos e Amigos da Secção de Suzana (AOFASS), pelo apoio logístico e facilitação de contatos nas aldeias de Suzana. Reconheço os apoios indispensáveis do Dr. Victor Sanhá e do Dr. Celestino João Insumbo (Ampa), respetivamente Ex-Presidente e

Ex-Secretário executivo da AOFASS. Reconheço também o apoio do Deputado Mestre João Alberto Djatá.

À Direção da Acção para o Desenvolvimento (AD) em São Domingos, pela concessão gratuita de salão e apoio para a realização do workshop. Agradecimento especial ao Diretor Eng. Eugénio Mango.

A Doutora Maria Odete Semedo, Ex-Ministra da Educação da Guiné-Bissau, pelo incentivo e apoio.

Ao meu amigo Jorge Coccoli de Souza, pelo apoio e motivação.

A Pastor Nuno António Indami (Tutu) e todos irmãos da MEDEV pelo incentivo e inspiração.

Ao meu amigo Pedro Timóteo Quissif, pela disponibilidade para me apoiar na preparação e realização dos workshops. Ao D'Burpa Costa Barai, da Secretaria de Estado do Ambiente, pelo apoio no trabalho de campo em Suzana.

Agradecimento especial ao meu amigo Daniel Otindio Gomes, que sempre me acolheu durante minhas deslocações a Bubaque; ao Professor e ex-Diretor da Escola de Verificação Ambiental de Varela, Maurício Augusto Fernandes (*in memoriam*) e ao Gonçalves Paulo Gomes (Djef), em Suzana, que também sempre me acolheram em suas casas.

A todos *stakeholders* em Bissau, Bubaque e Suzana, pela colaboração e partilha de conhecimentos.

Aos colegas do PDACPDS e do grupo de investigação *Climate Change Impacts, Adaptation and Modelling* (CCIAM) do cE3c, pela amizade, carinho e partilha de conhecimento.

Um agradecimento especial a: 1) German Aerospace Centre (DLR), pela cedência TanDEM-X; 2) European Space Agency (ESA) e Programa Copernicus pela disponibilização gratuita das imagens Sentinel 2; 3) Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) pela disponibilização gratuita do ALOS GLOBAL DSM (AW3D30); 4) United States Geological Survey (USGS)/EarthExplorer pela disponibilização gratuita da imagem Landsat; 5) Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT, já extinto), especialmente Professor Luís Catarino, pelo fornecimento de fotografias aéreas.

Resumo

A elevação do nível do mar (ENM) causada pelas alterações climáticas intensifica a erosão e inundação costeira, ameaçando severamente as comunidades costeiras, particularmente nos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEID), como a Guiné-Bissau. Esta tese teve como objetivo avaliar o risco e a adaptação à erosão e inundação costeira em cenários da ENM em diferentes áreas da Guiné-Bissau (Bissau, Bubaque e Suzana). Para o efeito, foram usados vários métodos: fotografias aéreas e imagens de satélite, para quantificar a evolução histórica da linha de costa num período de 41 anos; método “bathtub”, para quantificar e cartografar a inundação em diferentes anos do século XXI sob cenário RCP8.5; inquérito por questionário, para analisar opinião de *stakeholders* sobre riscos e adaptação; caminhos de adaptação, para priorizar medidas de adaptação em diferentes horizontes temporais do século XXI sob cenário RCP8.5. Bissau e Bubaque não foram incluídas na quantificação da evolução da linha de costa devido à falta de dados e/ou aparente estabilidade da linha de costa observada das análises preliminares dos dados existentes; em Suzana, os resultados mostram que a taxa da evolução variou entre $-18,23 \pm 0,5$ m/ano (erosão) e $14,68 \pm 0,5$ m/ano (acrecção). A inundação afeta pessoas e bens nas três áreas de estudo, com variação espaço-temporal. Os *stakeholders* perceberam o risco de erosão, inundação e alterações de outros fatores climáticos e seus efeitos negativos nas comunidades (principalmente em habitações e agricultura), e identificaram medidas e barreiras de adaptação. As principais medidas de adaptação incluem mudança de populações, diques *anti-sal*, sensibilização, plantação de árvores, faixa de proteção costeira, entre outras; as prioridades das medidas variam com o cenário da ENM considerado. Em suma, a erosão e inundação costeira representam grandes riscos nas áreas estudadas, com a tendência de se agravarem no futuro, tornando a adaptação mais desafiante. Os resultados da tese podem contribuir para a orientação de políticas e estratégias de adaptação.

Palavras-chaves: Alterações climáticas, elevação do nível do mar, risco de erosão e inundação costeira, adaptação de comunidades costeiras, Guiné-Bissau

Abstract

Sea level rise (SLR) caused by climate change intensify coastal erosion and inundation, severely threatening coastal communities, particularly in Small Island Developing States (SIDS) such as Guinea-Bissau. This thesis evaluated risk and adaptation to coastal erosion and inundation in SLR scenarios in different areas of Guinea-Bissau (Bissau, Bubaque and Suzana). For the purpose, various methods were used: aerial photographs and satellite images, to quantify the historical evolution of the shoreline over a period of 41 years; bathtub method, to quantify and map the inundation in different years of the 21st century under RCP8.5 scenario; survey by questionnaire, to analyze stakeholders opinion on risk and adaptation; adaptation pathways, to prioritize adaptation measures in different time horizons of the 21st century under RCP8.5 scenario. Bissau and Bubaque were not included in the quantification of the evolution of the shoreline due to the lack of data and/or apparent stability of the shoreline observed from preliminary analysis of existing data; in Suzana, the results show that the rate of evolution ranged from -18.23 ± 0.5 m/year (erosion) to 14.68 ± 0.5 m/year (accretion). Inundation affect people and property of the three case study areas, with spatiotemporal variation. The stakeholders addressed the perceived risk of erosion and inundation and changes in other climate factors along with their negative effects on communities (mainly habitation and agriculture) and identified different adaptation measures and barriers to implement them. The main adaptation measures include retreat, anti-salt dikes, raising awareness, tree planting, coastal protection belt, among others. The priorities of the measures vary with the SLR scenario considered. In brief, coastal erosion and inundation represents major risks in the areas studied with a tendency to worsen in the future making adaptation more challenging. It can be anticipated that the findings of the thesis may contribute to the orientation of adaptation policies and strategies for the country.

Key-words: Climate change, sea level rise, coastal erosion and inundation, coastal communities adaptation, Guinea-Bissau.

Lista de publicações e comunicações no contexto da tese

Publicações

Fandé, Morto Baiém et al. - Quantificação e cartografia da extensão de inundação costeira em Bissau, Guiné-Bissau: perspectiva em cenário de alterações climáticas. **Comunicações Geológicas**. (no prelo)

FANDÉ, Morto Baiém; PONTE LIRA, Cristina; PENHA-LOPES, Gil - Avaliação da evolução da linha de costa na Secção de Suzana, Guiné-Bissau. a submeter).

FANDÉ, Morto Baiém; PENHA-LOPES, Gil; PONTE LIRA, Cristina - Risk of coastal inundation under climate change in coastal communities of the Guinea-Bissau, West África. a submeter).

FANDÉ, Morto Baiém et al. - Public perception of sea level rise and adaptation strategies for coastal zone in Guinea-Bissau. a submeter).

FANDÉ, Morto Baiém; PENHA-LOPES, Gil - Construção de uma visão de adaptação à erosão e inundação costeira em cenários da elevação do nível do mar na Guiné-Bissau. Envolvendo *stakeholders* na tomada de decisão. a submeter).

Comunicações

FANDÉ, Morto Baiém - Educação para as alterações climáticas no ensino secundário guineense: desafios e perspectivas a partir de professores de três escolas de Bissau. V Congresso Internacional de Educação Ambiental dos Países e Comunidades de Língua Portuguesa. Bubaque, Guiné-Bissau, 18 abr. 2019.

FANDÉ, et al. - Quantificação e mapeamento da extensão de inundação costeira em Bissau, Guiné-Bissau: perspectiva em cenário de alterações climáticas. X Congresso Nacional de Geologia. Ponta Delgada, Portugal, 2018.

Índice

Dedicatória	i
Agradecimento	ii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Lista de publicações e comunicações no contexto da tese	vi
Índice.....	vii
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de Abreviaturas e Siglas	xvii
Capítulo 1	1
1 Introdução	1
1.1 Contextualização e justificativa.....	1
1.2 Objetivos e questões de investigação	2
1.3 Alterações climáticas e riscos costeiros.....	3
1.3.1 Mecanismo das alterações climáticas.....	3
1.3.2 Alterações climáticas observadas.....	4
1.3.3 Como será o clima no futuro?	6
1.3.4 Alteração do nível médio do mar: causas e obtenção de dados	7
1.3.5 Alteração do nível médio do mar: do passado ao presente	11
1.3.6 Nível do mar no futuro	14
1.3.7 Risco de impactos da ENM nas comunidades costeiras	16
1.4 Adaptação de comunidades costeiras	18
1.5 Avaliação do risco e adaptação	25
1.5.1 Avaliação do risco.....	25
1.5.2 Avaliação de adaptação.....	27
1.5.3 Participação <i>stakeholders</i> na avaliação de risco e adaptação.....	29
1.6 Estrutura da tese.....	32
Capítulo 2	34
2 Área de estudo.....	34
2.1 Contexto da Guiné-Bissau	34
2.1.1 Caracterização física	34

2.1.2	Caracterização socioeconómica	36
2.2	Zona costeira da Guiné-Bissau	37
2.2.1	Caracterização física	37
2.2.2	Caracterização socioeconómica	40
2.3	Estudos de caso.....	41
2.3.1	Bissau	42
2.3.2	Bubaque.....	46
2.3.3	Suzana	50
Capítulo 3	.....	54
3	Metodologia	54
3.1	Seleção das áreas de estudo de caso	54
3.2	Métodos usados e justificação	54
3.2.1	Avaliação da evolução da linha de costa.....	56
3.2.2	Avaliação de inundação	58
3.2.3	Análise da perceção de comunidades costeiras.....	59
3.2.4	Avaliação de adaptação.....	60
3.2.5	Cenários da elevação do nível do mar.....	64
Capítulo 4	.....	65
4	Avaliação da evolução da linha de costa na Guiné-Bissau.....	65
4.1	Introdução.....	65
4.2	Metodologia.....	67
4.3	Resultados e discussão.....	70
4.4	Conclusão	75
Capítulo 5	.....	77
5	Avaliação de risco de inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau	77
5.1	Introdução.....	77
5.2	Metodologia.....	79
5.2.1	Definição do valor de inundação.....	80
5.2.2	Dados da elevação do terreno.....	82
5.2.3	Análise de risco de inundação	83
5.3	Resultados e discussão.....	84
5.3.1	Nível total de água.....	84
5.3.2	Quantificação da terra em risco.....	84

5.3.3	Cartografia da extensão de inundação, população e outros elementos em risco	85
5.4	Conclusão	94
Capítulo 6	.....	96
6	Perceção pública da elevação do nível do mar e estratégias de adaptação na zona costeira da Guiné-Bissau	96
6.1	Introdução	96
6.2	Metodologia.....	99
6.3	Resultados e discussão.....	102
6.3.1	Conhecimento, impactos e vulnerabilidade	102
6.3.2	Adaptação – medidas e barreiras.....	110
6.4	Conclusão	116
Capítulo 7	.....	118
7	Construção de uma visão de adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau – Método participativo envolvendo <i>stakeholders</i> na tomada de decisão	118
7.1	Introdução	118
7.2	Metodologia.....	120
7.2.1	Análise multicritério preliminar	122
7.2.2	Validação da análise multicritério – Workshops de Adaptação.....	124
7.2.3	Classificação dos Caminhos de Adaptação	127
7.3	Resultados e discussão.....	127
7.3.1	Medidas identificadas.....	127
7.3.2	Análise multicritério.....	130
7.3.3	Caminhos de adaptação	135
7.3.4	Barreiras e oportunidades.....	140
7.4	Conclusão	141
Capítulo 8	.....	142
8	Discussão geral	142
8.1	Introdução	142
8.2	Riscos de erosão e inundação costeira nas comunidades costeiras	143
8.3	Adaptação de comunidades costeiras a risco de erosão e inundação costeira	146
8.4	Abordando a principal questão de investigação	150

<i>Como os riscos da erosão e inundação costeira afetam e irão afetar as comunidades costeiras da Guiné-Bissau com os cenários projetados da ENM, e quais são as estratégias e medidas de adaptação mais adequadas?</i>	150
8.5 Limitações e investigações futuras	161
Capítulo 9	163
9 Síntese das conclusões	163
Referências bibliográficas	165
Anexos.....	189
Anexo 1 – Glossário	190
Anexo 2 – Questionário aplicado	194
Anexo 3 – Tabelas com frequências e qui-quadrado de diferentes <i>stakeholders</i>	198
Anexo 4 – Exemplo de convite para os participantes dos workshops, neste caso para o Serviço Nacional de Proteção Civil para o workshop de Bissau	200

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Alterações climáticas (médias globais) observadas: anomalias para as temperaturas do ar à superfície da terra (esquerda), à superfície da terra e do oceano (meio) e para o conteúdo de calor do oceano (direita), comparando modelos que utilizam apenas forçamentos naturais como os que utilizam forçamentos naturais e antropogénicos (Fonte: IPCC, 2013)	5
Figura 1.2 - Distribuição espaçotemporal de marégrafos e dados marégrafos: A) distribuição espacial de estações marégrafos do PSMSL (PSMSL .2012); B) número de marégrafos disponíveis e conjunto de dados PSMSL ao longo tempo (azul), e marégrafos disponíveis para o hemisfério norte (vermelho) e hemisfério sul (preto). Fonte: A) PSMSL ,2012; B) Hamlington e Thompson, 2016.....	10
Figura 1.3 - Alteração do nível médio global e relativa do mar no passado. A) Alteração temporal do nível médio global do mar (m/ano) nos últimos 550 mil anos (Fonte Church et al 2010); B) Alteração temporal do nível médio global do mar (mm/ano) de 1700 a 2000 (Fonte: Jevrejeva et al. 2008); C) Alteração espacial do nível relativo do mar (mm/ano) em algumas zonas costeiras de 2002 a 2014 (Fonte: Rietbroek et al 2016).....	13
Figura 1.4 - Ilustração de opções de adaptação: proteção, acomodação e retiro planeado (Fonte: adaptado de Stephens e Bell, 2009)	19
Figura 1.5 - Estruturas de proteção costeira na Guiné-Bissau. A e B - diques anti-sal tradicional e moderna, respetivamente, construídas para criar e proteger terras agrícolas de água salgada na Secção de Suzana; C e D – estruturas de concreto, pneus e paus construídas por proprietários de hotéis localizados em arribas em risco de desmoronamento devido erosão em Bubaque ..	23
Figura 1.6 - Ilustração do conceito de risco de alterações climáticas em zonas costeiras (Fonte: adaptado de Wong et al., 2014).....	26
Figura 2.1 - Mapa de localização da Guiné-Bissau, na África Ocidental (Fonte: Elaboração própria).....	34
Figura 2.2 - Limite da zona costeira da Guiné-Bissau (Fonte: UICN e MADR, 1992).....	37
Figura 2.3 - Mapa de localização das três áreas de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana, (Fonte: Elaboração própria).....	42
Figura 2.4 - Hipsometria (altitude) de Bissau. Fonte: Elaboração própria	43
Figura 2.5 - Setores de costa de Bissau, de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) zona húmida acima do ecossistema de mangal e seguido por habitações, II) zona dos principais portos da cidade, com ausência do magal	45
Figura 2.6 - Hipsometria (altitude) de Bubaque. Fonte: Elaboração própria	47

Figura 2.7 - Setores de costa de Bubaque, de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) zona do principal porto, mostrando afloramento rochoso, II e III) segundas habitações no topo da arriba, IV) antiga residência do presidente da república abandonada, e V) infraestrutura turística na praia de Bruce	49
Figura 2.8 - Hipsometria (altitude) de Suzana. Fonte: Elaboração própria.....	51
Figura 2.9 - Setores de costa de Suzana de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) ilhas-barreira no Setor A, II) local de mineração de areias pesadas, III) A – ruínas de complexo hoteleiro destruídos pela água do mar no norte de Varela, IV) segundas habitações no topo da arriba em Varela, e V) ilhas barreira no setor C	53
Figura 4.1- Exemplo de uma fotografia aérea digitalizada e análise da linha de costa. A – Limite de vegetação costeira em fotografia de 1989; B - exemplo de transectos com linha de base e linhas de costa em 1976 e 1999. (Fonte: Elaboração própria)	69
Figura 4.2 – Localização da linha de costa em diferentes anos	70
Figura 4.3 - Taxa de evolução da linha de costa (metros/ano) em diferentes períodos	71
Figura 4.4 - Características de setores em erosão e acreção. A e B – arriba arenosa em erosão a norte de Varela (praia de Varela); C e D - detalhes de setores de ilhas-barreira em acreção, com a orientação NE, a sul do Catão e junto à foz do Rio Sucudjaque, respetivamente; E F – perfil da arriba rochosa em Varela, pouca erosão	73
Figura 5.1 - Fluxograma do procedimento geral de análise de risco de inundação	80
Figura 5.2 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Bissau	86
Figura 5.3 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Bubaque.....	87
Figura 5.4 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Suzana	88
Figura 5.5 - Efeitos de inundação costeira em Bissau: A e B – casas abandonadas devido a inundação costeira no Bairro de Cuntum Madina ; C – escola em área de risco de inundação costeira no Bairro de Cuntum Madina; D – inundação por marés águas vivas no quartel da Marinha em “Bissau Velho”	91
Figura 5.6 - Inundação por marés de águas vivas, mostrando também dique elevação de terrenos em volta das casas na aldeia de Djobel (Suzana)	93
Figura 6.1 - Recolha de dados através de inquérito por questionário. A – Inquérito com o régulo (chefe tradicional) de Djifunco (Suzana); B – viagem a aldeia de Djobel (Suzana)	101

Figura 7.1 - Realização de workshops. A – Apresentação do trabalho pelo investigador, neste caso em Bissau; B – trabalhos em grupo, neste caso: I) Bissau e II) Bubaque, C – Apresentação de trabalhos por representantes de grupos, neste caso: I) Bissau, e II) Bubaque.....	126
Figura 7.2 - Caminhos de adaptação priorizados para Bissau, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais	136
Figura 7.3 - Caminhos de adaptação priorizados para Bubaque, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais	137
Figura 7.4 - Caminhos de adaptação priorizados para Suzana, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais	137
Figura 7.5 - Mapas com indicação de locais de implementação das medidas de adaptação e respectivas legendas para o horizonte presente (2018)-2041, feito pelos grupos de trabalho em Suzana. As letras A, B, C e D representam setores de costa de onde se realizou a localização das medidas	139
Figura 8.1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, apresentadas de forma resumida (Fonte: UNRIC, 2019).....	156
Figura 8.2 - Comparação do progresso dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável na Guiné-Bissau (Fonte: adaptado de SDGCA e SDSN, 2019)	157

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Principais gases de efeito de estufa antrópicos (Fonte: Miller Júnior, 2008)	5
Tabela 1.2 - Caracterização dos Caminhos de Concentração Representativos (RCPs) (Fonte: Vuuren, 2011).....	7
Tabela 1.3 - Alteração projetada na temperatura média global da superfície em meados e final do século XXI relativos ao período de referência de 1986 – 2005 (Fonte: IPCC, 2013)	7
Tabela 1.4 - Exemplos de estudos que evidenciam a aceleração de taxa de elevação do nível global médio do mar nos últimos séculos (período industrial)	13
Tabela 1.5 - Algumas projeções máximas de elevação do nível do mar (metros) com valores superiores aos do IPCC (2013) para o ano 2100. Dados em negrito indicam projeções que consideram possível colapso/desintegração da camada de gelo da Antártica.....	15
Tabela 1.6 - Projeções de elevação do nível do mar (metros) para diferentes cidades grandes da África Ocidental em 2041, 2083 e 2100, baseada no cenário RCP8.5 (Fonte: adaptado de Jevrejeva et al., 2016).....	15
Tabela 1.7 - Elevação do nível do mar e estimativa de terra e população em risco em diferentes regiões (Fonte: Anthoff et al., 2006)	17
Tabela 1.8 - Análise comparativa de opções de adaptação: proteção, acomodação e retirada planeada (Fonte: Bello, 2016; Bray, 1997)	20
Tabela 1.9 - Projetos com relevância para adaptação costeira criados através do Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, com respectivos custos e duração (Fonte: MERN, 2006)	25
Tabela 2.1 - Caracterização socioeconómica da Guiné-Bissau (Fonte: INE 2009, 2017)	36
Tabela 2.2 - Amplitude da maré (metros) em diferentes localidades da zona costeira da Guiné-Bissau (Fonte: Crespo, 1955)	40
Tabela 4.1 - Caracterização de dados usados na avaliação da evolução da linha de costa	68
Tabela 4.2 - Erro estimado por ano (m) e por período (m/ano)	70
Tabela 4.3 - Taxas médias de acreção e erosão, taxa média da evolução de linha de costa (metros/ano) e estado da evolução da linha de costa (porcento) em diferentes períodos	74
Tabela 5.1 - Preia-mar máxima, zero hidrográfico e maré astronómica (metro) para as três áreas de estudo. Dados de Caió e Djogue foram usados para estimar maré astronómica de Suzana	81
Tabela 5.2 - Nível total de água (metro) estimado para a condição presente e cenários futuros em cada área de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana.....	84
Tabela 5.3 - Área total inundada na condição presente e cenários futuros em cada área de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana (em km ² e em % entre parênteses)	85

Tabela 5.4 População em terra sob risco de inundação nas três áreas, Bissau, Bubaque e Suzana	89
Tabela 6.1 - Caracterização da amostra populacional (%) por cada uma das três áreas. Legenda: PL – população local; PP – poder público; SP – setor privado/empresas; IN – investigadores/cientistas; M – masculino; F – feminino; NF – não frequentou; BS – ensino básico ou secundário; ES – ensino superior	100
Tabela 6.2 - Opinião dos participantes sobre eventos relativos às alterações climáticas e ENM, nos últimos 10 a 20 anos, nas três áreas. Valores descritos em percentagem. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos um dos valores registados nas diferentes áreas. Legenda: DC – duração do período chuvoso; VC – volume anual de chuva; T – temperatura; NM – nível relativo do mar; EC – erosão costeira; FI – frequência de inundações marítimas; II – intensidade das inundações marítimas; IS – intrusão de água salgada em água superficial e subterrânea	103
Tabela 6.3 - Opinião dos participantes sobre as causas que originaram alterações climáticas e elevação do nível do mar, Valores expressos em percentagens	105
Tabela 6.4 - Opinião dos participantes sobre: A) impactos de atividade humana na dinâmica da linha de costa nas diferentes áreas; e B) impactos da elevação do NM nos diversos setores típicos das zonas costeiras. Valores expressos em percentagens. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos uma das áreas analisadas. Legenda: A) AE – afeta extremamente; AMt – afeta muito; AMo – afeta moderadamente; AP – afeta pouco; NA – não afeta; NS – não sabe/não responde; e B) EA extremamente afetado, MtA – muito afetado, MoA – moderadamente afetado, PA – pouco afetado NA – não afetado, NS – não sabe/não responde	108
Tabela 6.5 - Opinião dos participantes sobre os efeitos de uma futura ENM. Valores expressos em percentagens	109
Tabela 6.6 - Opinião dos participantes relativamente ao seu conhecimento sobre o Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PANA). Valores expressos em percentagens	109
Tabela 6.7 - Opinião dos participantes relativamente à atividade dos diferentes grupos na adaptação às alterações climáticas e ENM. A) Como tem sido atuação de cada um dos grupos no processo de adaptação no passado; B) opinião sobre quais principais grupos que devem suportar os custos do processo de adaptação; C) opinião sobre quais os principais grupos importantes para impulsionar a adaptação. Valores expressos em percentagens. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 demonstram uma diferença significativa nas	

respostas de pelo menos uma das áreas analisadas. Legenda: PL – população local; PP – poder público; ONG – organização não-governamental; SP – setor privado; CI – comunidade interna; IN – investigadores; MD – media; ER – entidades religiosas.....	112
Tabela 6.8 - Medidas de adaptação já adotadas ou correntemente em curso, para cada uma das três áreas.....	113
Tabela 6.9 - Medidas futuras para adaptação aos impactos da ENM, para cada uma das três áreas estudadas	115
Tabela 6.10 - Potenciais barreiras de adaptação aos impactos da ENM, para cada uma das três áreas estudadas	116
Tabela 7.1 - Critérios usados na avaliação multicritério das medidas de adaptação e respetivas descrições e escalas (1 a 5).....	123
Tabela 7.2 - Exemplo de tabela de análise multicritério realizada para um setor e uma determinada medida de adaptação, neste caso “Plantação/reforço da vegetação costeira”, em Bissau, para três horizontes temporais. A atribuição de pontuações considera a ENM em cada horizonte temporal: presente – 2041 (0,34 m), 2042 – 2083 (1,22 m) e 2084 – 2100 (1,95 m), e condições locais relativas a cada critério para avaliar o desempenho e exequibilidade de implementação da medida.....	123
Tabela 7.3 - Número de participantes no workshop por área de estudo e grupo de <i>stakeholders</i>	124
Tabela 7.4 - Classificação de caminhos de adaptação	127
Tabela 7.5 - Medidas de adaptação aos efeitos da elevação do nível do mar (erosão e inundação costeira) e possibilidades de sua implementação por área de estudo	128
Tabela 7.6 - Avaliação multicritério das medidas: presente (2018) – 2041. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo	132
Tabela 7.7 - Avaliação multicritério das medidas: 2042-2083. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo	133
Tabela 7.8 - Avaliação multicritério das medidas: 2084-2100. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo	134
Tabela 7.9 - Barreiras e oportunidades de adaptação das alterações climáticas identificadas no workshop em Bubaque. As três primeiras e em itálico em cada grupo são as mais importantes (na ordem decrescente de 1 para 3); as restantes foram colocadas aleatoriamente.....	140

Lista de Abreviaturas e Siglas

IAP2 *International Association for Public Participation*

APEID Aliança dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento

BAD Banco Africano de Desenvolvimento

BOAD Banco de Desenvolvimento da África Ocidental

CDB Convenção sobre a Diversidade Biológica

CECI Centro Canadano de Estudos e Cooperação Internacional

CEDEAO Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental

CIICLAA Centro Internacional de Investigação Climática e Aplicações para a CPLP e África

CILSS Comité Permanente Inter-Estados de Luta contra a Seca no Sahel

CNUCD Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação

CPLP Comunidade dos Países de Língua Portuguesa

CQNUAC Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas

ENM Elevação do Nível do Mar

FA Fundo de Adaptação

FAAC Fundo Africano para as Alterações Climáticas

FAC Fundo para as Alterações Climáticas

FEAC Fundo Especial para a Alterações Climáticas

FGA Fundo Global para o Ambiente

FPMD Fundo para os Países Menos Desenvolvidos

FVC Fundo Verde para o Clima

GDACS *Global Disaster Alerting Coordination System*

GEE Gases de efeito de estufa

GPC Gabinete de Planificação Costeira

IBAP Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas

IGN *Institut Géographique National* (França)

INE Instituto Nacional de Estatística

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LiDAR Light Detection and Ranging

MA Maré Astronómica

MDE Modelo Digital de Elevação

NMM Nível Médio do Mar

NPDA Nova Parceria para o Desenvolvimento de África

NTA Nível Total de Água
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG Organização não Governamental
PANA Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas
PEID Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento
PEOTR Plano Estratégico e Operacional 2015-2020 “Terra Ranka”
PIB Produto Interno Bruto
PMmáx Preia-mar máxima
PMD Países Menos Desenvolvidos
PNAs Planos Nacionais de Adaptação
PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSMSL Permanent Service for Mean Sea Level
RCP *Representative Concentration Pathways*
REDELUSA Rede Lusófona de Educação Ambiental
SIG Sistemas de Informação Geográfica
SM Sobrelevação Meteorológica
UEMOA União Económica e Monetária Oeste Africana
ZCBA Zona Costeira de Baixa Altitude
ZH Zero Hidrográfico

Capítulo 1

1 Introdução

1.1 Contextualização e justificativa

A elevação do nível médio global do mar representa uma das mais importantes ameaças resultantes do aquecimento global, uma vez que grande parte da população mundial e bens estão situadas ao longo de costas de cotas baixas. Diante dessa ameaça, é necessário que as comunidades costeiras comecem a preparar-se para a adaptação, considerando os futuros cenários da elevação do nível do mar (ENM) (Vellinga e Leatherman, 1989). Os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEID) como a Guiné-Bissau são considerados especialmente vulneráveis aos riscos dos impactos das alterações climáticas e ENM e constituem uma das grandes preocupações da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (QNUAC) estabelecida em 1992 e de tratados subsequentes, como o Acordo de Paris (2015). A vulnerabilidade destes países deve-se à grande concentração da população em áreas costeiras de cotas baixas, pequeno tamanho e isolamento geográfico, base limitada de recursos e alta dependência do mercado internacional, alta suscetibilidade a riscos naturais, baixa resiliência económica e capacidades institucionais e tecnológicas limitadas para mitigação e adaptação (Briguglio, 2003; Kelman, 2018; Munro, 2010). Os PEID, apesar de terem muitas similaridades, apresentam diferenças biofísicas e socioeconómicas que os fazem apresentar diferenças em termos de níveis de vulnerabilidade às alterações climáticas (UNECA, 2014).

A Guiné-Bissau é um dos PEID mais vulnerável às alterações climáticas e ENM (UNECA, 2014) e o governo da Guiné-Bissau reconhece que esses fenómenos representam um grande desafio para o país (República da Guiné-Bissau, 2006, 2018). Três comunicações nacionais sobre alterações climáticas e o Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PANA) elaborados pelo governo com apoio do Fundo Global para o Ambiente (FGA)/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) mencionaram a erosão e inundação costeira como um dos principais riscos de impactos da ENM na zona costeira da Guiné-Bissau devido à sua magnitude e à concentração da população e atividades económicas nesta zona, e reconheceram que estudos e conhecimento científico sobre esses riscos são escassos, contribuindo para a limitação da capacidade de resposta do país (República da Guiné-Bissau, 2006, 2018).

O interesse de contribuir para suprir as lacunas existentes e o percurso académico do investigador motivaram o desenvolvimento desta tese sobre risco de erosão e inundação costeira

e adaptação. O investigador é graduado em Biologia/Química e em Engenharia Ambiental e Sanitária. Desta última nasceu o interesse para a área das alterações climáticas, tendo desenvolvido o seu trabalho de conclusão do curso sobre vulnerabilidade da zona costeira da Guiné-Bissau à ENM (Fandé, 2014), onde constatou que um estudo mais aprofundado sobre erosão e inundação costeira é necessário, especialmente a nível local, e integrando a avaliação de risco e adaptação em cenários da ENM de curto a longo prazo. Desde então o autor está motivado em explorar mais o tema.

Uma investigação de risco e adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de ENM pode ajudar a determinar áreas, populações e bens que podem ser afetadas e definir medidas adequadas que devem ser tomadas. O resultado da investigação pode servir de instrumento de apoio à tomada de decisão e preparação para o poder público, população local e demais interessados na conceção e implementação de políticas de adaptação às alterações climáticas e ENM, contribuindo assim para um futuro melhor para as comunidades costeiras. Além disso, irá incrementar a produção científica no país, onde a investigação científica sobre alterações climáticas e ENM do mar é ainda incipiente.

1.2 Objetivos e questões de investigação

O principal objetivo desta tese é avaliar riscos e medidas de adaptação à erosão e inundação costeira de três áreas selecionadas da Guiné-Bissau, na condição presente e em cenários futuros da elevação do nível do mar. Para a concretização deste objetivo, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- 1) Quantificar a evolução histórica da linha de costa nas últimas quatro décadas
- 2) Quantificar e cartografar áreas suscetíveis à inundação e estimar a população potencialmente em risco na condição presente e em cenários futuros de ENM;
- 3) Analisar a perceção de *stakeholders* locais sobre riscos de impactos da ENM e as medidas de adaptação;
- 4) Identificar e priorizar medidas de adaptação à erosão e inundação costeiras na condição presente em cenários futuros de ENM e discutir potenciais barreiras e oportunidades

Com efeito, a principal questão que esta tese procurou responder é: Como os riscos da erosão e inundação costeira afetam e irão afetar as comunidades costeiras da Guiné-Bissau com os cenários projetados da ENM e quais são as medidas de adaptação mais adequadas? Para abordar a pergunta principal, esta tese foi estruturada para responder às seguintes questões secundárias:

- 1) Quanto a linha de costa mudou nos últimos 41 anos e qual é a magnitude e a tendência destes sinais de evolução em diferentes áreas da Guiné-Bissau?
- 2) Quais as áreas e população ou elementos que serão afetados pela inundação costeira em diferentes áreas da Guiné-Bissau?
- 3) *Os stakeholders* locais reconhecem a ENM e alterações de outros fatores climáticos e têm-no como uma ameaça?
- 4) Qual a experiência das comunidades em lidar com os efeitos da ENM (especialmente erosão e inundação costeira) e como essa experiência poderá contribuir para uma adaptação sustentável?
- 5) Quais são as possíveis medidas de adaptação de curto a longo prazo aos riscos de erosão e inundação costeira em diferentes áreas da Guiné-Bissau? E quais são as barreiras e oportunidades de adaptação?

1.3 Alterações climáticas e riscos costeiros

1.3.1 Mecanismo das alterações climáticas

As alterações climáticas decorrem de processos internos naturais ou forçamento externo, como erupções vulcânicas, alterações na intensidade solar, movimento dos continentes, choques com grandes meteoros, e das alterações antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou na utilização dos solos (Agard e Schipper, 2014; Marengo *et al.*, 2011; Miller Júnior, 2008). O processo de alteração pode ser explicado através do fenómeno de manutenção do calor gerado pela absorção da radiação infravermelha na atmosfera da Terra conhecido como efeito estufa. A superfície e a atmosfera terrestres são mantidas aquecidas quase exclusivamente pela energia proveniente do Sol, irradiada sob forma de vários comprimentos de onda, incluindo a luz visível e a radiação ultravioleta (Baird e Cann, 2011). Trinta por cento dessa radiação solar que chega à Terra é refletida de volta para o espaço. Os restantes 70% atingem a atmosfera e a superfície terrestres e são absorvidas. Porém, aquecida por essa radiação, a superfície da Terra passa a emitir energia na forma de calor, parte da qual se perde na atmosfera e outra é absorvida por certos gases presentes na atmosfera, designados gases com efeito de estufa (GEE). A energia absorvida é irradiada de volta para a superfície terrestre, o que ocasiona o efeito estufa (Helene *et al.*, 2010).

“Os principais gases que determinam o efeito estufa são o vapor de água (H₂O), cuja concentração é muito variável, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), o ozono (O₃), os clorofluorcarbonetos (CFC), os hidroclorofluorcarbonetos (HCFC) e

ainda outros de menor importância” (Santos e Miranda, 2006, p. 23). Outros elementos que controlam a temperatura média da atmosfera à superfície incluem nuvens e aerossóis (Field *et al.*, 2014). A concentração atmosférica dos GEE influi o forçamento radiativo na tropopausa e, consequentemente, na temperatura da troposfera. O forçamento radiativo total positivo induz o aquecimento, enquanto o negativo induz o resfriamento (Collins *et al.*, 2007; Field *et al.*, 2014). O dióxido de carbono é o principal forçante radiativo positivo, enquanto os aerossóis respondem pela maior parte do forçamento radiativo negativo (Stocker *et al.*, 2013).

1.3.2 Alterações climáticas observadas

O fenómeno das alterações climáticas não é novo nem incomum. Desde a formação da Terra, a troposfera passou por longos períodos alternados de aquecimento e arrefecimento globais, conhecidos como períodos glacial e interglacial (Miller Júnior, 2008). A maioria das variações climáticas naturais dá-se em períodos de centenas, milhares ou milhões de anos. Por exemplo, nos últimos 400.000 anos o clima da Terra apresentou períodos glaciais frios, com duração de aproximadamente 80.000 a 100.000 anos e períodos interglaciais relativamente quentes, com duração de 10.000 a 20.000 anos (Santos e Miranda, 2006). De acordo com Miller Júnior (2008), há aproximadamente 12 mil anos vive-se na Terra um período interglacial.

Entretanto, tem-se observado uma tendência de rápido aquecimento do clima da Terra desde a Revolução Industrial desde finais do século XVIII, devido principalmente ao aumento da concentração atmosférica de GEE antropogénicos, resultantes de diversas atividades humanas (Tabela 1.1), que provocaram forçamento radiativo total positivo (Collins *et al.*, 2007; Miller Júnior, 2008; Stocker *et al.*, 2013). O Quinto Relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, do inglês) referiu que foi “detetada a influência humana no aquecimento da atmosfera e do oceano, em alterações no ciclo global da água, nas reduções da neve e do gelo, no aumento médio global do nível do mar e nas alterações em alguns extremos climáticos” (Figura 1.) (Stocker *et al.*, 2013, p. 17).

Tabela 1.1 - Principais gases de efeito de estufa antrópicos (Fonte: Miller Júnior, 2008)

Gás de efeito estufa	Fonte de emissão	Tempo médio na troposfera	Potencial de aquecimento relativo (comparado ao CO ₂)
Dióxido de carbono (CO ₂)	Queima de combustível fóssil, especialmente carvão (70-75%), desflorestação e queima de plantas	100-120 anos	1
Metano (CH ₄)	Arrozais, tripas de boi e cupins, aterros sanitários, produção de carvão, veios carboníferos e vazamentos de gás natural da produção e das tubulações de petróleo e de gás	12-18 anos	23
Óxido nitroso (N ₂ O)	Queima de combustíveis fósseis, fertilizantes, detritos de animais de criação e produção de náilon	114-120 anos	296
Clorofluorcarbonetos (CFCs)	Aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores, espumas plásticas	12-20 anos (65-110 anos na estratosfera)	900-8.300
Hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs)	Aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores, espumas plásticas	9-390	470-2.000
Hidrofluorcarbonetos (HFCs)	Aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores, espumas plásticas	15-390	130-12.700
Halocarbonetos	Extintores de incêndio	65	5.500
Tetracloroeto de carbono	Solvente de limpeza	42	1.400

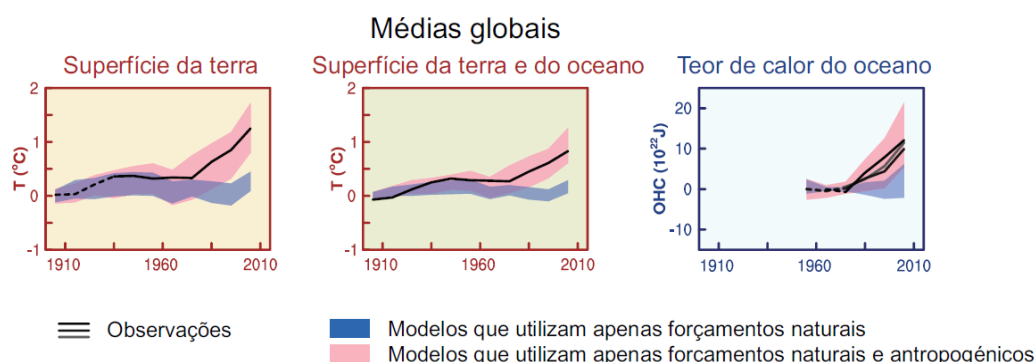


Figura 1.1 - Alterações climáticas (médias globais) observadas: anomalias para as temperaturas do ar à superfície da terra (esquerda), à superfície da terra e do oceano (meio) e para o conteúdo de calor do oceano (direita), comparando modelos que utilizam apenas forçamentos naturais como os que utilizam forçamentos naturais e antropogénicos (Fonte: IPCC, 2013)

Observações instrumentais e registos obtidos por reconstruções paleoclimáticas (IPCC, 2013; Collins et al., 2007), trouxeram várias evidências para cientistas atribuírem às atividades humanas a responsabilidade pelo aumento de concentrações atmosféricas de GEE e, consequentemente, pelo aquecimento global e pela sua aceleração:

- i. Nos últimos aproximadamente 10 mil anos, as concentrações atmosféricas do dióxido de carbono, metano e óxido nítrico mantiveram-se praticamente estáveis, antes de um crescimento abrupto e acelerado nos últimos 200 anos (Collins *et al.*, 2007);
- ii. A concentração na atmosfera do dióxido de carbono, principal forçante radiativo positivo de origem antropogénica, aumentou em mais de 30 % desde Revolução industrial (Kump, 2011);

- iii. A taxa de elevação do nível médio global do mar passou de décimos de mm/ano durante a última parte do Holoceno para a ordem de mm/ano no século XX (Stocker *et al.*, 2013);
- iv. Desde a década de 1950, o aquecimento observado não tem precedente ao longo de décadas a milénios (Stocker *et al.*, 2013);
- v. Alguns GEE são sintéticos, ou seja, fabricados quimicamente (e. g. a maioria dos halocarbonetos), pelo que não têm fonte natural (Collins *et al.*, 2007);
- vi. Há maiores emissões de GEE em áreas com maior densidade demográfica do hemisfério norte, mas a concentração do CO₂ na troposfera é praticamente uniforme devido aos ventos, ou seja, à circulação geral da atmosfera (Collins *et al.*, 2007).

Estudos recentes baseados na revisão de artigos científicos sobre alterações climáticas mostram que há consenso na maioria dos cientistas sobre o aquecimento global antropogénico (e.g. Cook *et al.*, 2013, 2016; Oreskes, 2004; Powell, 2015; Verheggen *et al.*, 2014).

1.3.3 Como será o clima no futuro?

Para projetar alterações climáticas no futuro, cientistas têm desenvolvido modelos climáticos complexos que simulam o sistema climático atual com cenários futuros de emissões de GEE, *aerossóis* e outros forçamentos antropogénicos (Bell, Hume e Hicks, 2001; Collins *et al.*, 2007; Miller Júnior, 2008), reproduzindo padrões e tendências da temperatura da superfície (IPCC, 2013). As projeções dependem dos pressupostos do modelo e dos cenários específicos usados que, por sua vez, são baseados em suposições sobre tendências socioeconómicas futuras, taxas de emissão e desenvolvimento tecnológico, que podem ou não ser completamente realizados. Assim, toda projeção climática deve ser vista como um desenvolvimento futuro plausível, consistente com um conjunto de pressupostos, e não com uma certeza cientificamente estabelecida (Bell, Hume e Hicks, 2001).

Embora os modelos climáticos tenham melhorado ao longo dos tempos e atualmente reproduzam melhor alguns fenómenos importantes, permanecem ainda incertezas sobre projeções, particularmente à escala regional (Baird e Cann, 2011; IPCC, 2013). Tais incertezas devem-se principalmente ao fato de cenários futuros de emissões refletirem padrões de desenvolvimento económico, crescimento populacional, consumo etc., que são difíceis de prever para longos períodos como de 100 anos, por exemplo (IPCC, 2007).

Vários tipos de cenários têm sido usados por cientistas. Recentemente foram desenvolvidos novos cenários de emissões denominados Caminhos de Concentração Representativos (do inglês, *Representative Concentration Pathways*, RCP), utilizados no quinto relatório do IPCC. Quatro famílias de RCP foram desenvolvidas (Tabela 1.2), designados de acordo com as características do forçamento radiativo para 2100, e as estimativas baseiam-se no forçamento de GEE e outros agentes forçantes (e.g. aerossóis): um cenário de mitigação que conduz a um nível de forçamento muito baixo (RCP2.6), dois cenários de estabilização de emissões de GEE (RCP4.5/RCP6) e um cenário de emissões de padrão muito alto (RCP8.5) (Moss *et al.*, 2010; Van Vuuren *et al.*, 2011).

Tabela 1.2 - Caracterização dos Caminhos de Concentração Representativos (RCPs) (Fonte: Vuuren, 2011)

RCP	Descrição
RCP2.6	Forçamento radiativo atinge ~3 W/m ² (~490 ppm CO ₂ eq) antes de 2100 e então decresce para 2,6 W/m ² em 2100).
RCP4.5	Estabilização sem exceder o patamar de 4,5 W/m ² (~650 ppm CO ₂ eq) na estabilização após 2100
RCP6	Estabilização sem exceder patamar de 6 W/m ² (~850 ppm CO ₂ eq) na estabilização após 2100
RCP8.5	Patamar crescente de forçamento radiativo que atinge 8,5 W/m ² (~1370 ppm CO ₂ eq) em 2100.

Com base nas simulações dos modelos climáticos, espera-se que a temperatura média global continue a aumentar durante o presente século (Tabela 1.3) e, em consequência, ocorram alterações em todos os componentes do sistema climático. Mesmo se as emissões de GEE fossem imediatamente bastante reduzidas e/ou estabilizadas aos níveis atuais, a maioria das alterações ocorreriam por muitos séculos (Collins *et al.*, 2007; IPCC, 2013). Isso se deve ao fato de que a “...inércia no clima resulta de uma combinação de fatores, como a capacidade térmica dos oceanos do globo e as escalas de tempo milenares necessárias para que a circulação misturasse calor e dióxido de carbono nas profundezas do oceano e, desta forma, entrasse em equilíbrio com as novas condições” (Collins *et al.*, 2007, pp. 54–55).

Tabela 1.3 - Alteração projetada na temperatura média global da superfície em meados e final do século XXI relativos ao período de referência de 1986 – 2005 (Fonte: IPCC, 2013)

		2046-2065		2081-2100	
	Cenário	Média	Intervalo provável	Média	Intervalo provável
Alteração da Temperatura Média Global da Superfície (°C)	RCP2.6	1,0	0,4-1,6	1,0	0,3-1,7
	RCP4.5	1,4	0,9-2,0	1,8	1,1-2,6
	RCP6.0	1,3	0,8-1,8	2,2	1,4-3,1
	RCP8.5	2,0	1,4-2,6	3,7	2,6-4,8

1.3.4 Alteração do nível médio do mar: causas e obtenção de dados

Em termos gerais, o nível do mar representa a altura média da superfície do oceano, medida em relação ao centro de massa da Terra (nível absoluto do mar) ou, alternativamente, em relação à crosta ou ao leito oceânico (nível relativo do mar) (Stammer *et al.*, 2013). As alterações

passadas, presentes e futuras do nível médio global do mar são causadas basicamente por i) alterações no volume do oceano como resultado de alteração na massa e na densidade da água dos oceanos, em resposta à temperatura média da troposfera em função da variabilidade climática natural e emissões antrópicas de GEE; e ii) alterações na forma das bacias oceânicas, induzidas pela alteração na massa oceânica e sua distribuição (e.g. Stammer *et al.*, 2013; Stocker *et al.*, 2013). Com efeito, um importante contribuinte para a ENM que se verifica atualmente é a expansão térmica dos oceanos que ocorre à medida que absorvem o calor. A outra causa da ENM é o degelo dos glaciares das montanhas. Finalmente e terceira causa da ENM que atualmente já é a mais importante relativamente às duas outras é a fusão dos campos de gelo e glaciares da Gronelândia e da Antártida, provocada pelo aumento da temperatura média da atmosfera. Esta fusão diminui a massa total de gelo acima do nível médio do mar na região das calotes polares (e.g. Dutton *et al.*, 2015; Hardy, 2003; IPCC, 2007, 2013; Rietbroek *et al.*, 2016; Rohling *et al.*, 2009). Adicionalmente, vários fatores contribuem para a alteração do nível do mar em escalas regional e local, como movimento vertical da terra (subsidência e levantamento de terra), alterações nas circulações atmosférica e oceânica (e.g. fenómeno El-niño) e alterações no campo gravitacional da Terra (Church *et al.*, 2010; Church e White, 2011; Slangen *et al.*, 2014; Stammer *et al.*, 2013; Stocker *et al.*, 2013). Estes fatores podem causar elevação ou queda do nível do mar significativa regional ou localmente, em comparação com a taxa média global (Stocker *et al.*, 2013). Por exemplo, projeta-se que no final do século XXI, a alteração regional/local do nível do mar em regiões mais afastadas das principais fontes de gelo em derretimento (e.g. regiões equatorial e subtropical) deverá situar-se até 30% acima do nível médio global do mar e, em regiões mais próximas dessas fontes (e.g. Oceano Atlântico Norte, Oceano Ártico), deverá situar-se 50% abaixo da média global (Slangen *et al.*, 2014). As regiões mais afastadas de glaciares e camadas de gelo sofrem menos efeito gravitacional associadas à perda dessas massas de gelo (e.g. Slangen *et al.*, 2014; World Bank, 2013). Além disso, essas regiões em geral são quentes e sabe-se que a água dos oceanos expande-se em resposta ao aumento da temperatura (National Research Council, 2010).

Entre os fatores que influenciam a distribuição no nível do mar em escalas regional e local, o movimento vertical da terra tem recebido grande atenção de cientistas desde século passado, particularmente para compreender as alterações locais do nível do mar (e.g. Becker, Karpytchev e Papa, 2019; Le Cozannet *et al.*, 2015; Wong *et al.*, 2014), uma vez que estas é que impactam a sociedade e o ambiente (Church *et al.*, 2010). Tanto a subsidência como o levantamento da terra podem ser causados por processos naturais como movimentos tectónicos (e.g. terramoto) (Stammer *et al.*, 2013; Wong *et al.*, 2014). A subsidência ocorre também devido

ao processo natural da deposição de sedimentos fluviais, particularmente depositados por inundações, resultando na progradação de deltas (e.g. Milliman e Haq, 1996) ou processos antrópicos como a consolidação/compactação de sedimentos (e.g. carga da construção, sedimentos retidos por diques) (e.g. Mazzotti *et al.*, 2009) e extração de recursos subterrâneos como petróleo, gás e água (e.g. Milliman e Haq, 1996; National Research Council, 2010). Atualmente, a subsidência afeta grandes deltas do mundo, fazendo com que o nível do mar nestes ambientes se eleve mais rápido do que o nível médio global do mar e ampliando o risco da erosão e inundação costeira (e.g. Becker, Karpytchev e Papa, 2019; Mazzotti *et al.*, 2009). Na África, alguns grandes deltas são atualmente afetados pela subsidência. A superfície do delta do Níger (Nigéria) está a baixar em média 7,5 mm/ano e do Delta do Nilo (Egito) 5mm/ano devido principalmente a extração de água, petróleo e gás (Syvitski *et al.*, 2009). Um estudo recente analisou movimento da terra em 18 cidades costeiras da África Subsaariana e detetou a subsidência em 17 delas (Cian, Blasco e Carrera, 2019), incluindo 10 localizadas na África Ocidental, região que abrange a Guiné-Bissau. Entretanto, não há dados disponíveis para a Guiné-Bissau.

Normalmente o conhecimento sobre a alteração do nível do mar provem de estimativas a partir de medições de marégrafos distribuídos por costas continentais e ilhas de todo mundo desde século XIX (Cazenave e Cozannet, 2014; Church e White, 2011; Hamlington e Thompson, 2016; Nerem e Mitchum, 2001; Talke, Kemp e Woodruff, 2018). Dados da *Permanent Service for Mean Sea Level* (PSMSL), maior repositório de dados de marégrafos, indica que atualmente esta rede global é constituída por aproximadamente 2000 marégrafos, que fornecem informações mensais e anuais sobre o nível médio do mar (NMM) (PSMSL, 2012). No entanto, apenas cerca 10% dos dados é utilizável para estudos históricos do nível do mar devido às lacunas nos dados e distribuição limitada de marégrafos no passado (Cazenave e Cozannet, 2014). Outro problema é que a configuração da rede global de marégrafos varia consideravelmente tanto no espaço como no tempo (Figura 1.2) (Hamlington e Thompson, 2016; PSMSL, 2012). Além disso, as medições de marégrafos medem o nível do mar em relação a um determinado ponto de terra (Cazenave e Cozannet, 2014; Nerem e Mitchum, 2001), o que faz com que os dados sejam diretamente afetados pelo movimento vertical de terra, particularmente em regiões tectónicas e vulcânicas ativas, ou em áreas sujeitas a subsidência por causas naturais ou atividades humanas (Cazenave e Cozannet, 2014).

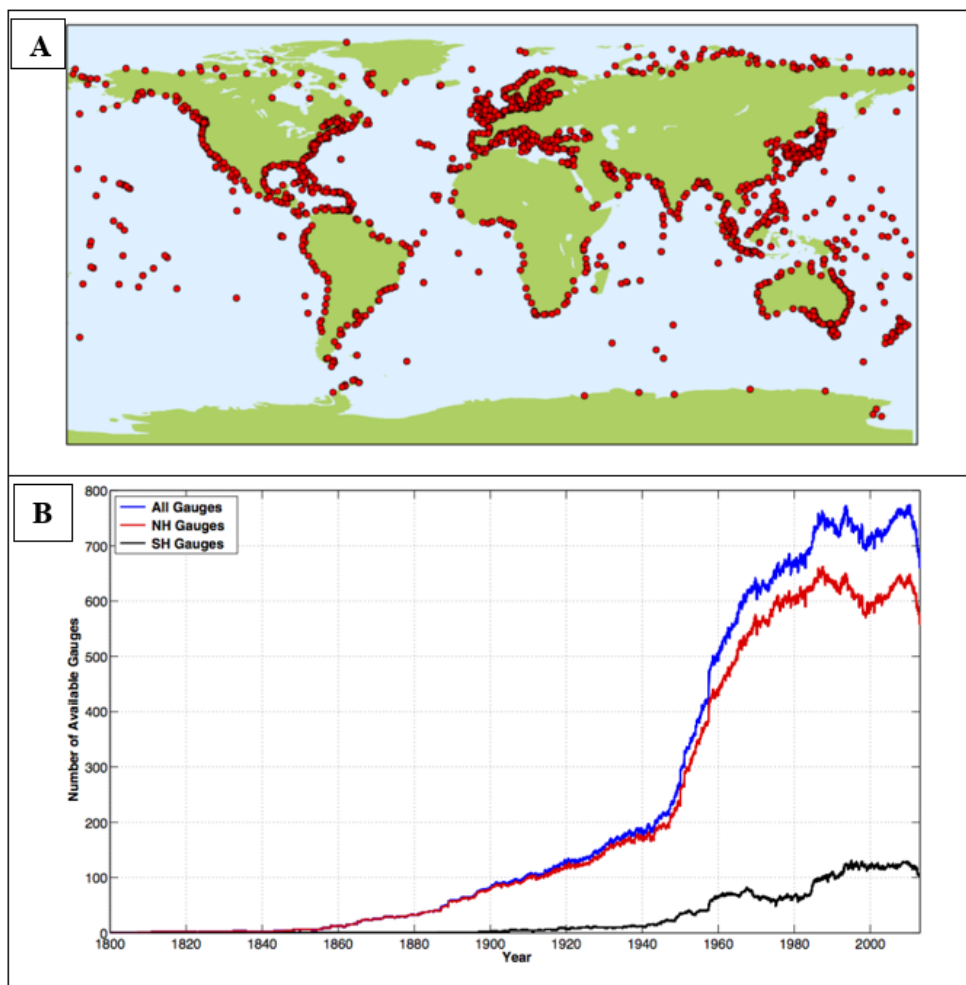


Figura 1.2 - Distribuição espacotemporal de marégrafos e dados marégrafos: A) distribuição espacial de estações marégrafos do PSMSL (PSMSL .2012); B) número de marégrafos disponíveis e conjunto de dados PSMRL ao longo tempo (azul), e marégrafos disponíveis para o hemisfério norte (vermelho) e hemisfério sul (preto). Fonte: A) PSMSL ,2012; B) Hamlington e Thompson, 2016

No Continente Africano, as medições do nível do mar são limitadas por falta de dados, uma vez que para melhores informações sobre alterações do nível do mar são necessárias séries temporais longas (Hamlington e Thompson, 2016; Woodworth, Aman e Aarup, 2007). Apenas seis estações marégrafos neste continente e áreas próximas têm registos com 40 ou mais anos: Alexandria, no Egipto; Ceuta, em Espanha; Takoradi, no Gana; Port Nolloth, Simons Bay e Mossel Bay, na África do Sul (Woodworth, Aman e Aarup, 2007). Estas estações tiveram interrupções de registos por períodos mais ou menos longos. Como se pode ver na Figura 1.2A, as estações maregráficas aumentaram substancialmente no continente africano nos últimos anos, mas a costa da Guiné-Bissau não dispõe ainda de nenhuma.

Desde início da década de 1990, o nível do mar é rotineiramente medido com cobertura quase global por satélites altimétricos de alta precisão, tais como Topex/Poseidon (1992-2006), Jason

1 (2001-2013) e Jason 2 (2008-), Envisat (2002-2011), Cryosat (2010-) e SARAL/Altika (2013-), que medem as variações absolutas do nível do mar em relação a um referencial geocêntrico (Cazenave e Cozannet, 2014). Os marégrafos e altimetria do satélite complementam-se para uma observação do espectro completo dos processos que levam à alteração do nível do mar (Hamlington e Thompson, 2016). Dado a pouca cobertura temporal de marégrafos e de satélites altimétricos (e.g. Cazenave e Cozannet, 2014; Hamlington e Thompson, 2016), cientistas realizam adicionalmente estudos paleoclimáticos, que permitem “reconstruir” o nível do mar no passado mais distante (escala geológica). Isso é importante para entender melhor como o nível do mar e de camadas do gelo são sensíveis à temperatura (Dutton *et al.*, 2015) e para melhor compreender e fazer projeções do nível do mar no futuro (Church e White, 2011). As evidências da alteração do nível médio do mar no passado ocorrem principalmente na forma de submersão ou emersão de linha de costa, obtidas de indicadores geomorfológicos e ecológicos (e.g. fosséis de recifes de corais, cepo de árvores submersos) (Lambeck e Chappell, 2001), análise de isótopos no gelo, sedimentos costeiros e marinhos e corais (IPCC, 2007), análise de isótopos de oxigénio de foraminífero planctónico e sedimentos (Rohling *et al.*, 2009), entre outras.

Para projetar o nível médio do mar no futuro, cientistas realizam estudos baseados em diversos modelos climáticos. Como nas projeções de temperatura, os modelos climáticos simularam o nível do mar com base em cenários futuros de emissões de GEE e aerossóis e outros forçamentos antrópicos (e.g. IPCC, 2014; Jackson e Jevrejeva, 2016; World Bank, 2014), estimando o volume dos oceanos e fontes terrestres da alteração do nível do mar localmente (IPCC, 2014, p. 369). Esta tese considerou o cenário RCP8.5, o prior cenário (pessimista) das quatro famílias de RCP (ver Seção 1.3.3 e Tabela 1.1), nos seus limites superiores. Embora cenários menos pessimistas continuem a ser trabalhados e utilizados, pretende-se com a consideração do cenário pessimista aplicar o princípio de prevenção (perigo máximo, pior caso) e o princípio de precaução (risco extremo, com consequências severas) (Garnett e Parsons, 2017).

1.3.5 Alteração do nível médio do mar: do passado ao presente

Reconstruções paleoclimáticas e observações modernas/instrumentais indicam que o nível médio do mar alterou-se e continua a alterar-se ao longo do tempo (e.g. Church *et al.*, 2010; Dutton *et al.*, 2015; Lambeck e Chappell, 2001; National Research Council, 2010; Rietbroek *et al.*, 2016). Na escala geológica, as alterações do nível médio global do mar ocorreram de forma

muito lenta, em escalas de tempo de milhões de anos, com amplitudes na ordem de várias centenas de metros (Figura 1.3A) (Church *et al.*, 2010; IPCC, 2013; Lambeck e Chappell, 2001), sob influência de variações de diferentes fatores naturais, forças orbitais e temperatura da superfície (IPCC, 2013, National Research Council 2010). Por exemplo, durante períodos quentes dos últimos 3 milhões de anos, o nível global médio do mar foi mais de 5 m acima do nível atual, quando a temperatura média global foi 2 °C mais quente do que temperaturas pré-industriais (IPCC, 2013); na última época glacial, aproximadamente entre 120 mil e 20 mil anos, o nível médio do mar estava entre 100 m a 120 m abaixo do atual, quando a temperatura média global da atmosfera à superfície era entre 5 °C a 7 °C menor do que a atual (e.g. Church *et al.*, 2010; Hansen *et al.*, 2016; IPCC, 2013; Santos e Miranda, 2006).

A partir de há aproximadamente 20 mil anos até o presente observa-se a elevação do nível médio global do mar (Church *et al.*, 2010). Estudos indicam que essa elevação tem-se acelerado desde o século XVIII (período da Revolução Industrial), em particular nas últimas décadas (Figura 1.3B), e está associada ao aumento das emissões antrópicas de GEE, os quais contribuíram para o aquecimento global e consequente expansão térmica dos oceanos, perda de massa dos glaciares das montanhas e dos campos de gelo nas regiões polares (e.g. Church *et al.*, 2010; Hansen *et al.*, 2016; IPCC, 2013). De acordo com Kopp e colegas (2016) é extremamente provável que a elevação do nível médio global do mar no século XX tenha sido mais rápida do que nos 27 séculos anteriores. Em seu estudo sobre o nível médio global do mar entre os anos 1700 e 2000, Jevrejeva e colegas (2008) observaram uma tendência de aceleração de 0,01 mm/ano, com evidências de que tal se tenha iniciado a partir dos finais do século XVIII. Church e colegas (2010) observaram que a ENM não seguiu os padrões de um máximo de alguns décimos de milímetros por ano durante milênios anteriores, elevando-se 1,7 mm/ano no século XX e desde 1993 a taxa ultrapassou 3 mm/ano, superior a qualquer período semelhante do século. A Tabela 1.4 apresenta algumas taxas de ENM que evidenciam aceleração da elevação a partir do século XVIII.

Reconstrução e observações do nível médio do mar também indicam que variou consideravelmente de um local para outro (Figura 1.3C) (Lambeck e Chappell, 2001; Rietbroek *et al.*, 2016). Como já referido na seção anterior, isso se deve a diferentes fatores locais ou regionais, sendo o principal a subsidência e o levantamento tectônico.

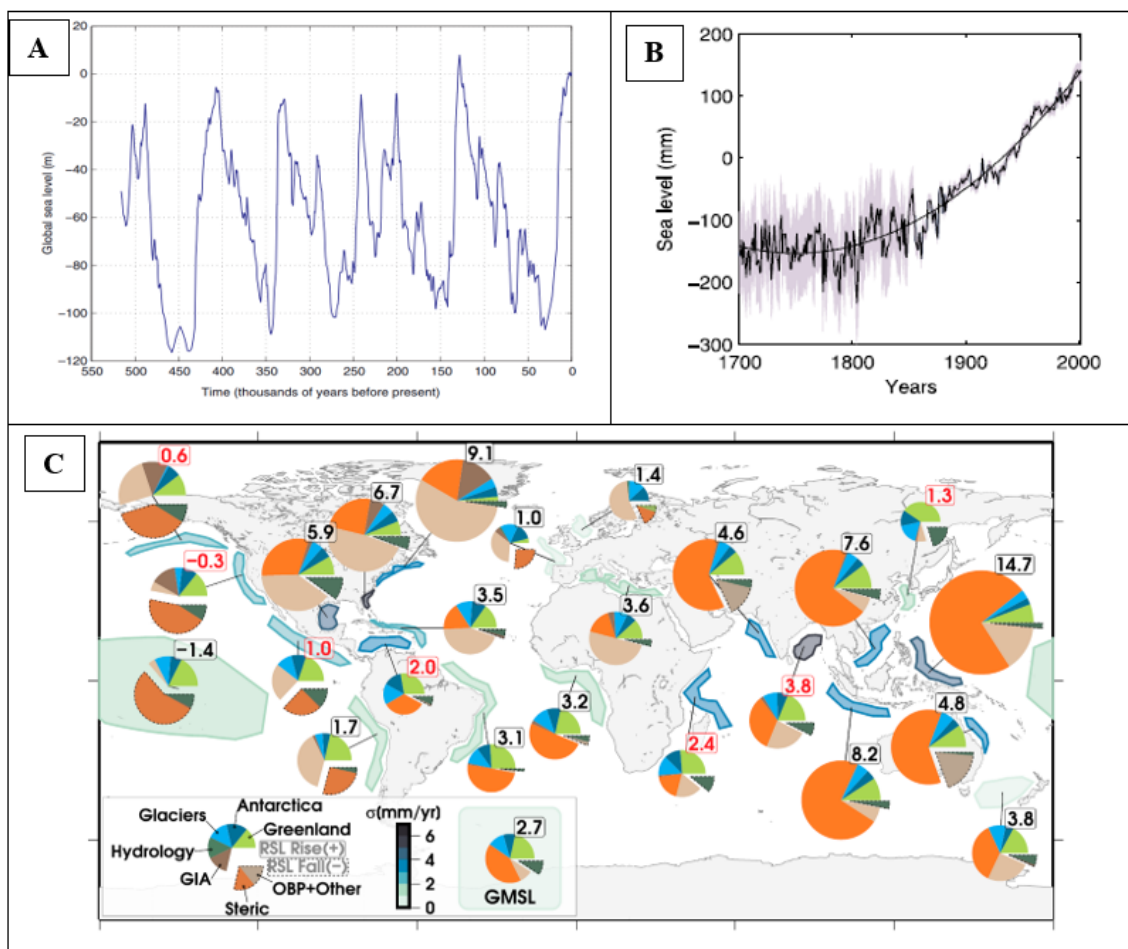


Figura 1.3 - Alteração do nível médio global e relativo do mar no passado. A) Alteração temporal do nível médio global do mar (m/ano) nos últimos 550 mil anos (Fonte Church et al 2010); B) Alteração temporal do nível médio global do mar (mm/ano) de 1700 a 2000 (Fonte: Jevrejeva et al. 2008); C) Alteração espacial do nível relativo do mar (mm/ano) em algumas zonas costeiras de 2002 a 2014 (Fonte: Rietbroek et al 2016)

Tabela 1.4 - Exemplos de estudos que evidenciam a aceleração de taxa de elevação do nível global médio do mar nos últimos séculos (período industrial)

Fonte	Período	Taxa e elevação (mm/ano)
Jevrejeva et al. (2008)	1700-2000	0,28
	1920-1950	2,5
	1992-2002	3,4
Kopp et al. (2016)	1860-1900	0,4
	1990-2000	1,4
IPCC (2013)	1901-2010	1,7
	1971-2010	2,0
	1993-2010	3,2
Hansen et al. (2016)	1900-1930	0,6
	1930-1992	1,4
	1993-2015	3,3
Merrifield et al. (2009)	1962-1990	1,5
	1993-2007	3,2
Rietbroek et al. (2015)	2002-2014	2,74
Nerem et al. (2018)	1993-2017	2,9

Na África, como já referido existem poucos registros da ENM. Na África Ocidental, região onde se localiza a Guiné-Bissau, alguns estudos sobre a alteração recente do nível do mar foram realizados e indicam que o nível do mar na região está se elevando. Dennis e colegas (1995) analisaram dados de marégrafo do porto de Dakar (Senegal) de 1943 a 1965 (registros com interrupções) e o resultado indicou uma tendência da ENM de 1,4 mm/ano, e mais recentemente Nicholls e colegas (2011) obtiveram para um curto período (1997 a 2002) um resultado muito próximo: elevação de 1,5 mm/ano. Em Takoradi (Gana), a tendência da ENM com base em dados marégrafos dos anos de 1930 a 1965 foi estimada em 3,05 mm/ano (Woodworth, Aman e Aarup, 2007). Um estudo recente usou dados de medição de altimetria por satélite para analisar as alterações relativas recentes do nível do mar (2002-2014) e obteve a taxa de elevação de $3,23 \pm 1,91$ mm/ano para a costa da África Ocidental, um valor superior à média global ($2,74 \pm 0,58$ mm/ano) estimado pelo mesmo estudo (Rietbroek *et al.*, 2016).

1.3.6 Nível do mar no futuro

Independentemente da ação de mitigação, espera-se que a ENM continuará no futuro (Baird e Cann, 2011; Jackson, Grinsted e Jevrejeva, 2018), como resultado de uma combinação de muitos fatores, principalmente a expansão térmica dos oceanos e a perda de massa de glaciares e camadas de gelo da Antártica e Groenlandia (Clark *et al.*, 2016). O Quinto Relatório do IPCC projetou a elevação do nível médio global do mar de 0,26 a 0,98 m até o ano 2100, em relação a 1985–2005, e reconhece as possibilidades dessa ser excedida (IPCC, 2013). Entretanto, vários estudos (e.g. Grinsted *et al.*, 2015; Horton *et al.*, 2014; Jackson e Jevrejeva, 2016; e.g. Jevrejeva *et al.*, 2016; Kopp *et al.*, 2014, 2017; Sweet *et al.*, 2017) baseados em diferentes modelos climáticos sugerem que o relatório do IPCC subestimou a elevação futura do nível do mar, estimando valores de elevação superiores a 1 m até o ano 2100 (Tabela 1.5). Outros estudos, considerando o potencial colapso da camada de gelo da Antártica e Gronelândia, caso a temperatura continue a aumentar, projetam a elevação global médio do nível do mar ainda maior, podendo atingir até 6 m em 2100 (ver Tabela 1.5) (e.g. Hansen, 2007; Le Bars, Drijfhout e De Vries, 2017; Mercer, 1978; Oppenheimer, 1998; Vaughan, 2008). No entanto, segundo outros autores tal colapso tem baixa probabilidade de ocorrer (Hansen *et al.*, 2016; Hardy, 2003; Nicholls *et al.*, 2014; Schneider, 2009).

Tabela 1.5 - Algumas projeções máximas de elevação do nível do mar (metros) com valores superiores aos do IPCC (2013) para o ano 2100. Dados em negrito indicam projeções que consideram possível colapso/desintegração da camada de gelo da Antártica

Fonte	Elevação máxima do nível do mar (m)
Kopp et al. (2014)	1,76
Grinsted et al. (2015)	1,83
Jevrejeva et al. (2014)	1,90
Horton et al. (2014)	1,50
Jackson e Jevrejeva (2016)	2,22
Sweet et al. (2017)	2,5
Kopp et al. (2017)	2,43
Mercer (1978)	5
Oppenheimer (1998)	4-6
Hansen (2007)	5
Vaughan (2008)	5
Le Bars et al. (2017)	3,39

Enquanto a maioria das projeções tem-se concentrado em horizontes temporais até o ano 2100, alguns estudos fornecem projeções para além de 2100, cobrindo muitos séculos (e.g. DeConto e Pollard, 2016; Jevrejeva, Moore e Grinsted, 2012; Levermann *et al.*, 2013; Schaeffer *et al.*, 2012). Jevrejeva e colegas (2012) projetaram, com base no cenário de alta emissão RCP8.5 uma elevação total de nível do mar de 5,49 m para o ano 2500. Para o mesmo período, projeções realizadas por Deconto e Pillar (2016) indicam que se as emissões de GEE continuarem constantes, a Antártica terá o potencial de contribuir para que a elevação do nível global médio do mar seja maior que 15,65 m a partir do ano 2500. Estudo de Clark e colegas (2016) estima a elevação do nível médio global do mar de entre 25 e 52 m nos próximos 10 mil anos.

Um relatório do Banco Mundial indicou que na África Ocidental (região que abrange a Guiné-Bissau), sob cenário RCP8.5, a ENM deverá situar-se a 1,05 m (0,85 a 1,25 m) no período de 2080–2100 (World Bank, 2013). Estudo de Jevrejeva e colegas (2016) forneceu projeções de ENM para algumas grandes cidades da África Ocidental para os anos de 2041, 2083 e 2100, com base no cenário RCP8.5 (Tabela 1.6).

Tabela 1.6 - Projeções de elevação do nível do mar (metros) para diferentes cidades grandes da África Ocidental em 2041, 2083 e 2100, baseada no cenário RCP8.5 (Fonte: adaptado de Jevrejeva et al., 2016)

Cidade/País	2041	2083	2100
Dacar/Senegal	0,35	1,25	1,99
Conacri/República da Guiné	0,34	1,22	1,95
Acra/Gana	0,35	1,24	1,97
Lomé/Togo	0,35	1,23	1,94
Lagos/Nigéria	0,34	1,20	1,92

Como já referido, projeções de futura ENM envolve incertezas, principalmente relacionadas com emissões de GEE e modelos climáticos.

1.3.7 Risco de impactos da ENM nas comunidades costeiras

Desde início das civilizações, as zonas costeiras tem atraído populações humanas devidos à grande diversidade de recursos e oportunidades (e.g. terras agrícolas férteis, comércio e transportes, recreio) que oferecem para a subsistência e desenvolvimento socioeconómico, concentrando assim grande número de pessoas e infraestruturas (McGranahan, Balk e Anderson, 2007; Neumann *et al.*, 2015; Shepard *et al.*, 2012; UNEP, 2016; USAID, 2009). De acordo com Neumann e colegas (2015), 10,9% da população mundial vive em zonas costeiras de baixa altitude (ZCBA - com elevação de até 10 m acima do nível médio do mar), que representam apenas 2,3% da superfície total da terra. Os mesmos autores estimam o aumento desta população para 12% em 2060. Em África, mais de um quarto da população vive a menos de 100 km da linha de costa (Kumssa e Jones, 2010). Em 2000, mais de 54 milhões de pessoas no continente africano (8,7% da população dos países costeiros) viviam em ZCBA e dada à elevada taxa do crescimento e urbanização, o número poderá aumentar para mais de 245 milhões em 2060 (Neumann *et al.*, 2015).

Na Guiné-Bissau, cerca de 94,6% da população vive a menos de 100 km da linha de costa (IOC, 2010) e 41% vive a menos de 10 km (UNECA, 2014). Em seu trabalho, De Sherbinin e colegas (2014) estimaram que em 2010 a zona costeira da Guiné-Bissau com 10 m de altitude máxima albergava 135.371 pessoas e que em 2050 o número deverá crescer mais de cinco vezes (737.871 pessoas).

Essa crescente ocupação de zona costeira coloca pessoas e bens sob grandes riscos de impactos da elevação do nível médio do mar, principalmente inundação, erosão, intrusão de água salgada em aquíferos e estuários, subida da toalha freática acima da superfície topográfica, alteração e perda de ecossistemas, entre outros (e.g. Arkema *et al.*, 2013; Dolan e Walker, 2004; Gornitz, 1991; Gornitz, White e Cushman, 1991; Grilli *et al.*, 2017; Hardy, 2003; Hunt e Watkiss, 2011; Klein e Nicholls, 1998; Martinich *et al.*, 2013; Munro, 2010; Neumann *et al.*, 2015; Shepard *et al.*, 2012; Titus, 1985; USAID, 2009; Zhang, Douglas e Leatherman, 2004), com diversas implicações no bem-estar económico e social de muitas nações costeiras, como perdas de vida e de bens (Anthoff *et al.*, 2006; Brooks, Hall e Nicholls, 2006; Hinkel *et al.*, 2013).

No caso da inundação, a ENM direciona a água para a terra submergindo-a proporcionalmente à declividade costeira; no caso da erosão, a ENM age como um facilitador porque níveis mais elevados da água permitem que as ondas atuem mais sobre o perfil da praia e arribas e movam sedimentos para o mar (Zhang, Douglas e Leatherman, 2004). Há evidências de que esses riscos, seus efeitos adversos e custos de adaptação serão ainda exacerbados por outros fatores

climáticos que também deverão sofrer alterações devido ao aquecimento global (e.g. tempestades, sobrelevação meteorológica, maré astronómica, ondas, tempestades e chuvas intensas), assim como por fatores antrópicos, particularmente a nível local (e.g. exploração de recursos costeiros, construção de estruturas costeiras, crescimento populacional e socioeconómico, urbanização) (Dasgupta *et al.*, 2009; Gornitz, 1991; IPCC, 2014; Knutson *et al.*, 2010; Vafaei, Harati e Sabbaghian, 2012; Vitousek *et al.*, 2017; Warren-Myers *et al.*, 2018). Por exemplo, o estudo de Knutson e colegas (2010) indicou que o aquecimento global aumentará a intensidade média de tempestades tropicais e consequentemente a sobrelevação meteorológica aumentará de 2 a 11% até 2100. Um estudo recente sugeriu que pequenas quantidades da ENM podem duplicar a frequência de inundações a partir de 2030 nos trópicos, aumentando o risco para as comunidades costeiras (Vitousek *et al.*, 2017).

A análise de exposição à ENM realizados por Anthoff e colegas (2006) indicou que se ocorrer a elevação do nível médio global do mar de 1 m acima do nível atual, cerca de 2.225.600 km² de terra e 3.670,8 milhões de pessoas no mundo todo e 27.800 km² e 2,3 milhões de pessoas na África Ocidental estariam sob riscos relacionados com esse fenómeno, e os números aumentariam significativamente se o nível do mar atingir os 5 m (Tabela 1.7).

Tabela 1.7 - Elevação do nível do mar e estimativa de terra e população em risco em diferentes regiões (Fonte: Anthoff et al., 2006)

Região	Área (10 ³ km ²)		População (milhões)	
	1 m	5 m	1 m	5 m
Global	2.225,6	3.670,8	145,2	268,2
África	117,7	182,6	7,9	13,6
África Ocidental	27,8	44,2	2,3	3,3

Em seu estudo, Hinkel e colegas (2013) analisaram fenómenos de erosão em praias arenosas devido à ENM e concluíram que sem adaptação às alterações climáticas a perda global do solo seria de cerca de 6.000 a 17.000 km² durante o século XXI. E isso forçaria 1,6 a 5,3 milhões de pessoas a migrar, com custos que poderiam atingir os US\$ 1000 mil milhões. Outro estudo (Neumann *et al.*, 2015) indicou que no ano 2000 cerca de 189 milhões de pessoas em todo o mundo viviam em áreas de risco de inundação costeira (1 m de altitude em relação ao nível médio do mar). Esse número pode aumentar para 286 milhões em 2030, se houver ENM de 0,10 m, e para 411 milhões em 2060, se a ENM for de 0,21 m. Os mesmos autores estimaram que em África um total de 13 milhões de pessoas viviam em área de risco no ano 2000 e que podem aumentar para 26 milhões em 2030 e 49 milhões em 2060, se o ENM for 0,10 e 0,21 m, respetivamente.

Para o continente africano, Brown e colegas (2011) também estimam que com uma elevação de nível médio global do mar de 0,43 m em 2100, sem adaptação, a ENM afetaria cerca 16 milhões de pessoas por ano e forçaria 10 milhões a migrarem. Os custos de danos residuais¹ do fenómeno são estimados em US\$ 38 mil milhões por ano em 2100.

1.4 Adaptação de comunidades costeiras

As Alterações climáticas e ENM induzem riscos substanciais às comunidades costeiras e a procura por soluções para o fenómeno das alterações climáticas tem mobilizado cientistas, governos, setor privado e organizações de interesses específicos e a sociedade em geral (Füssel, 2007; IPCC, 2014). A mobilização para a adaptação de comunidades costeiras está a ganhar cada vez maior atenção devido à incerteza em torno do cumprimento de acordos internacionais de mitigação (Fu *et al.*, 2017; Mimura, 2013) e ao fato de que mesmo que tais sejam rigorosamente cumpridos verificar-se-á apenas o atraso na velocidade da elevação do nível global médio do mar, e não à estagnação, pelo menos neste século (Jackson, Grinstead e Jevrejeva, 2018; Mengel *et al.*, 2018; Pittock, 2009).

A adaptação nos sistemas humanos é o processo de ajustamento ao clima real ou esperado e seus efeitos, a fim de moderar danos ou explorar oportunidades benéficas; nos sistemas naturais, a adaptação é o processo de ajustamento ao clima real e seus efeitos, podendo a intervenção humana facilitar o ajustamento ao clima esperado e seus efeitos (Matthews, 2018). Para as zonas costeiras, a literatura tem apontado três tipologias genéricas de estratégias/opções técnicas de adaptação aos riscos de impactos da ENM (Figura 1.4; Tabela 1.8) (Bell, Hume e Hicks, 2001, p. 200; Bello, 2016; Bray, Hooke e Carter, 1997; IPCC, 1990; Nicholls, 2011; Santos *et al.*, 2017; Stephens e Bell, 2009):

- Proteção: defesa de áreas vulneráveis, especialmente grandes centros populacionais, atividades económicas e recursos naturais; visa proteger pessoas, bens e infraestruturas. Envolve medidas “pesadas”, como paredões e diques, bem como medidas “leves” como reforço da vegetação costeira e outras barreiras, para reduzir a erosão, impactos de temporais e de outros eventos climáticos extremos;
- Acomodação: continuar o uso e ocupação de áreas vulneráveis. As medidas incluem a modernização de edifícios para torná-los mais resistentes às

¹ Brown et al. (2011) definiram custo de dano residual neste estudo com “custo combinado de migração forçada, perda de solo, custo de salinização, inundações marítima e fluvial”.

consequências da ENM, elevação do edificado, transformação de terras agrícolas para piscicultura, uso de culturas tolerantes à inundação ou sal, entre outras.

- Retirada planejada: abandono das terras e estruturas em áreas vulneráveis e reassentamento de habitantes longe da costa; pode ser a única opção viável quando nada mais é possível fazer.

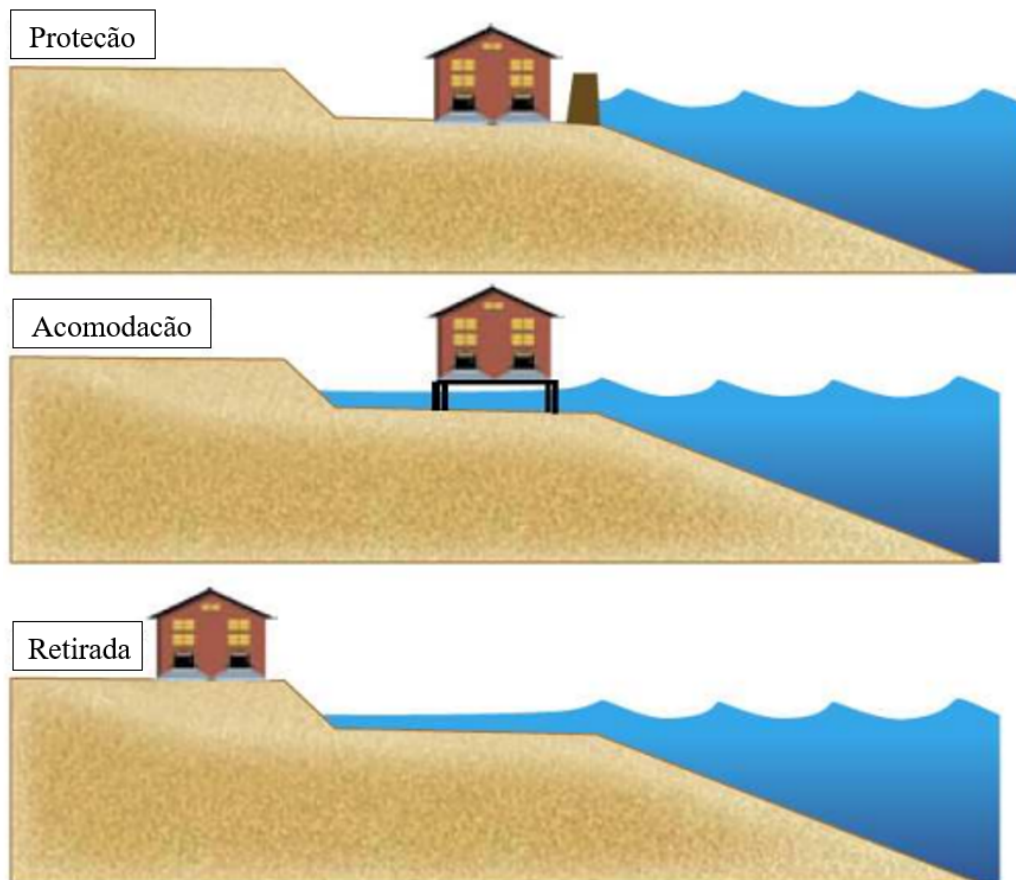


Figura 1.4 - Ilustração de opções de adaptação: proteção, acomodação e retiro planejado (Fonte: adaptado de Stephens e Bell, 2009)

Tabela 1.8 - Análise comparativa de opções de adaptação: proteção, acomodação e retirada planejada (Fonte: Bello, 2016; Bray, 1997)

Tipologia	Modo de Operação	Requisitos chaves de implementação	Impactos
Proteção	Reduz a vulnerabilidade ao impacto causado pela ENM, através da diminuição da probabilidade de ocorrência desse impacto.	Níveis altos de tecnologia, na maioria dos casos.	Perdas ambientais (interferência com processos naturais, por vezes até nas zonas não protegidas pelas estruturas de proteção); Custos de construção e manutenção geralmente elevados; bens salvaguardados; possíveis perdas de comodidade (e.g. perda ou alteração da configuração de praias).
Acomodação	Melhora a resiliência das populações costeiras, aumentando a sua capacidade em conviver com os impactos de eventos.	Habilidade e disposição de efetuar mudanças no estilo de vida.	Benefícios ambientais (processo natural desimpedido); potenciais benefícios econômicos compensatórios, uma vez que a terra inundada pode ser usada para novos fins de geração de renda; custos elevados de planejamento e mudanças estruturais (e.g. implementação de mudanças de uso do solo, modificações de construções e criação de infraestrutura de alerta confiável); novos impactos de mudanças de uso do solo; impactos sociais de mudanças de ocupações - podem criar condições de vida menos desejáveis ou podem requerer mudanças de estilos de vida que são difíceis de implementar; reivindicações por compensações
Retirada Planeada	Reduz a vulnerabilidade ao impacto causado pela ENM através da limitação dos danos causados.	Disponibilidade de espaço/terra ou comunidade de acolhimento	Benefícios ambientais (processo natural desimpedido); segurança pública de riscos (prevenção de perda de vidas) e redução de despesas futuras para adaptação: perdas econômicas e custos de compensação (e.g. pode ser muito oneroso retirar comunidades de terras agrícolas altamente produtivas ou investimentos costeiros valiosos); problemas sociais com comunidades deslocadas e nas destinações (e.g. alteração de valores de recreação e comodidade; aumento da pressão sobre a infraestrutura nas destinações, hostilidade entre anfitriões e a população deslocada)

Enquanto a proteção, acomodação e retiro planejado consistem numa série de medidas técnicas de planejamento e engenharia para a adaptação à ENM (Mimura, 2013), existem adicionalmente opções conhecidas como “opções transversais”, que incluem medidas não estruturais que melhoram a consciencialização e preparação da sociedade para planejamento e implementação da adaptação (e.g. investigação e campanhas de sensibilização) (Preston *et al.*, 2013; Zhu, Linham e Nicholls, 2010). As opções transversais constituem uma pré-condição para a conceção e implementação sustentável de quaisquer uma das opções técnicas (Mimura, 1999, p. 19; Zhu, Linham e Nicholls, 2010).

A opção apropriada depende das especificidades locais, como riscos enfrentados, tipo de costa, políticas e estratégias de planejamento e desenvolvimento local, recursos e necessidades envolvidas, sendo que na prática é muito comum usar uma combinação de opções (Bray, Hooke e Carter, 1997; IPCC, 2014; Lausche, 2009; Sarkar *et al.*, 2014), uma vez que existem muitas conexões entre elas (Zhu, Linham e Nicholls, 2010). Portanto, a adaptação duma determinada comunidade é condicionada pela sua capacidade de adaptação, entendida como habilidade de sistemas, instituições, pessoas ou outros organismos para se adaptarem a possíveis danos, aproveitar as oportunidades, ou responder às consequências das alterações climáticas (Matthews, 2018). Em geral, países em desenvolvimento, têm menos capacidade de adaptação

à elevação do nível do mar, devido a infraestruturas inadequadas, alta incidência de pobreza e dependência de recursos naturais sensíveis às alterações climáticas e ENM (Barbier, 2015; Bijlsma *et al.*, 1995; Mimura, 2013; World Bank, 2011).

A adaptação às alterações climáticas e ENM é geralmente desenvolvida sob a perspetiva do desenvolvimento sustentável. O relatório *Our Common Future*, define o desenvolvimento sustentável como modelo de “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (United Nations, 1987). O desenvolvimento sustentável visa promover um desenvolvimento equilibrado entre as dimensões social, económica e ambiental (Glavič e Lukman, 2007; Montibeller Filho, 1993). (IPCC, 2018), que deve ser pensado numa perspetiva da melhoria da qualidade de vida a longo prazo. Esse modelo de desenvolvimento implica também a consideração da componente espacial/geográfica, que inclui a descentralização espacial (e.g. atividades e população), desconcentração (e.g. democratização local e regional do poder) e relação cidade-campo equilibrada (Montibeller Filho, 1993). Assim, verifica-se que o desenvolvimento sustentável está intimamente ligado à adaptação às alterações climáticas, uma vez que este não lida exclusivamente com riscos climáticos, mas também considera outras questões ambientais, sociais e económicas que afetam os sistemas humanos e naturais, na condição presente e a longo prazo (e.g. Adger, Arnell e Tompkins, 2005; Eriksen *et al.*, 2011; Eriksen e Brown, 2011; Schauser *et al.*, 2014; Tol, Klein e Nicholls, 2008). Como consequência, as estratégias para lidar com o desenvolvimento sustentável e a adaptação às alterações climáticas têm muitos elementos em comum, o que implica que abordá-los em conjunto pode criar sinergias (Osman-Elasha, 2009). Neste sentido, Yohe e colegas (2007) argumentam que o ritmo e a forma do desenvolvimento influenciam a capacidade adaptativa e que esta, por sua vez, influencia o ritmo e a forma do desenvolvimento.

De acordo com Pittock, (2009, p. 144) a construção de capacidade de adaptação de uma comunidade é promovida com ações similares aos da promoção de desenvolvimento sustentável, tais como:

- Melhorar o acesso a recursos;
- Redução da pobreza;
- Redução da desigualdade de riqueza e recursos entre grupos;
- Melhorar informação e educação;
- Melhorar infraestruturas;

- Respostas abrangentes e inclusivas;
- Envolvimento ativo de todos *stakeholders*;
- Melhorar a capacidade e eficiência institucional;

Nas zonas costeiras, a promoção da adaptação sustentável deve orientar-se no sentido de garantir que comunidades costeiras continuem a viver sem degradar ainda mais o ambiente natural e sujeitarem-se a maiores riscos dos impactos da ENM (Duxbury e Dickinson, 2007). Segundo os mesmos autores, os seguintes princípios devem ser considerados para garantir uma governança sustentável nas zonas costeiras:

- Sustentabilidade - o uso do capital natural na zona costeira deve ser realizado de forma sustentável e de maneira eficiente e socialmente equitativa;
- Gestão adaptativa - os tomadores de decisão devem ter a capacidade de integrar informações ecológica, social e económica e ter flexibilidade para lidar com as alterações no ambiente, como riscos costeiros, em vários níveis de governação;
- Participação – a participação de *stakeholders* é vital no processo de tomada de decisão sobre os recursos ambientais na zona costeira;
- Integração - a tomada de decisão em relação à zona costeira deve integrar a política à contribuição da comunidade científica.

Mangor e colegas (2017) enfatizam que a adaptação em zonas costeiras deve ser planeada numa perspetiva que priorize soluções sustentáveis, assegurando sobretudo a preservação de recursos naturais, de modo a evitar que as gerações futuras venham a herdar conflitos resultantes de atuais atividades não sustentáveis.

Na Guiné-Bissau as comunidades costeiras desenvolveram prática secular de adaptação à inundação costeira, através da construção de diques anti-sal para criar e proteger campos de cultivo de arroz em áreas inundáveis pela água do mar (Teixeira, 1962; UICN e MDRA, 1992). Um dique anti-sal tradicional (Figura 1.5A) é normalmente construído com terra argilosa, troncos e ramos do mangal ou de outras árvores, perpendicularmente ao braço de rio, possuindo um canal ou mais (dependendo da sua dimensão), e tem a função de reter e regular o volume da água pluvial a montante, deixando sair a água doce para o mar quando necessário e ao mesmo tempo impedindo a entrada da água salgada na área agrícola. A área de cultivo criada através da construção de dique anti-sal é conhecida localmente como *bolanha de mangal ou tarrafe*, e constitui uma das mais produtivas terras agrícolas do país (Djatá, Mané e Indi, 2003; UICN e MDRA, 1992).

As atividades e práticas tradicionais de construção de anti-sal têm beneficiado de apoios financeiros e técnicos do Estado e de organizações não-governamentais nacionais e internacionais, aprimorando as técnicas de construção com utilização de novos materiais (e. g. tubos PVC e concreto), o que permite construir de grandes barragens anti-sal (Figura 1.5B) (AD, 2013; República da Guiné-Bissau, 2006, 2006, 2018; UICN e MDRA, 1992).

Existem também diques construídos com a finalidade exclusiva de proteger habitações localizadas em zonas baixas da inundação costeira. Em certas zonas, como Bubaque, verifica-se a construção de estruturas rígidas por proprietários para proteger suas habitações ou hotéis dos efeitos da erosão costeira (Figura 1.5C e D). Verifica-se também no país a migração de alguns agricultores devido a perdas de colheitas provocadas por intrusão de água salgada em seus terrenos (República da Guiné-Bissau, 2006).

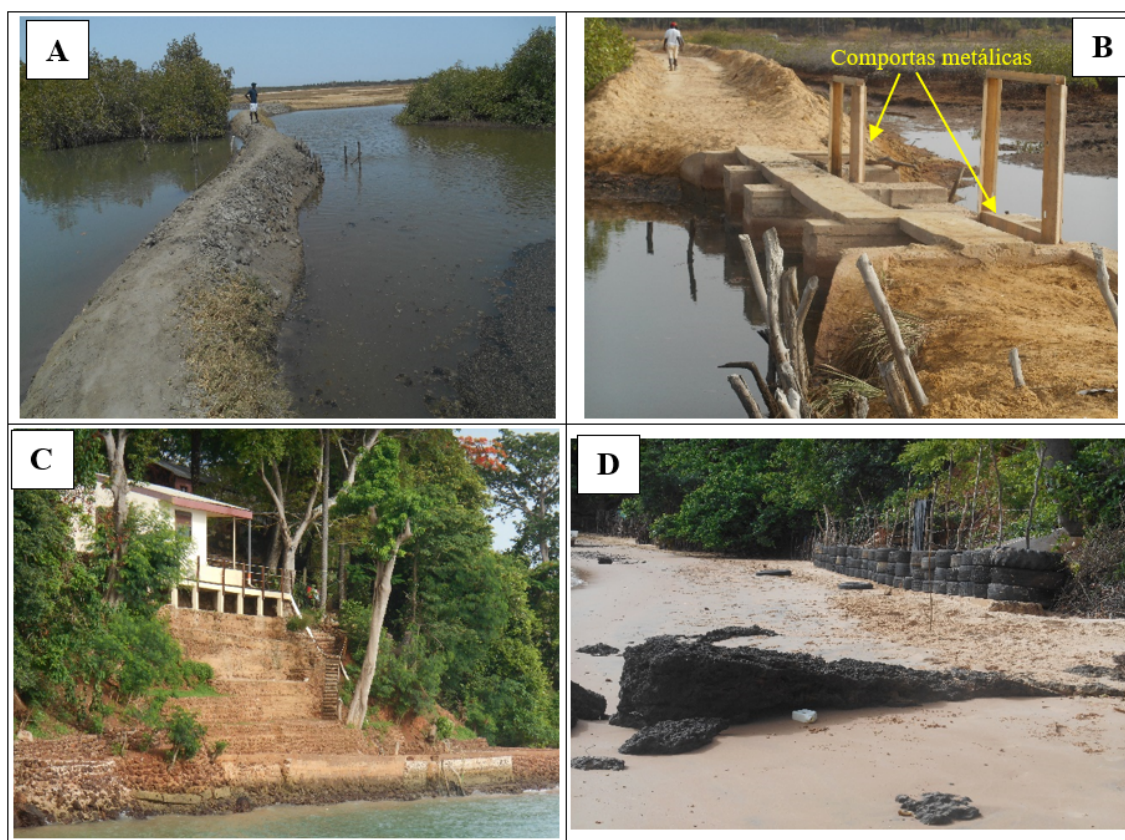


Figura 1.5 - Estruturas de proteção costeira na Guiné-Bissau. A e B - diques anti-sal tradicional e moderna, respetivamente, construídas para criar e proteger terras agrícolas de água salgada na Secção de Suzana; C e D – estruturas de concreto, pneus e paus construídas por proprietários de hotéis localizados em arribas em risco de desmoronamento devido erosão em Bubaque

Em termos de política pública, a gestão costeira na Guiné-Bissau teve as suas raízes nos finais da década de 80 do século XX, com a criação pelo governo do Gabinete de Planificação Costeira (GPC) como objetivo de promover o desenvolvimento sustentável do país, particularmente na

zona costeira. Dos trabalhos do GPC resultaram propostas que permitiram a criação de áreas protegidas (maioritariamente localizadas em zonas costeiras) e realização de alguns trabalhos de zoneamento ecológico económico, como também uma proposta de criação de “faixa de proteção costeira” ao longo de rios (UICN e MDRA, 1992), entretanto não implementada até à presente data.

A partir da década de 1990, o Estado da Guiné-Bissau assume vários compromissos internacionais e regionais que contribuem para impulsionar proteção ambiental em geral e a gestão e adaptação da zona costeira. Destaca-se em particular a influência da Cúpula da Terra – Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento –, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Desta conferência surgiram importantes tratados internacionais em matéria do ambiente e adaptação às alterações climáticas, ratificadas pela Guiné-Bissau: Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) (ratificada em 1995) Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CNUCD) (ratificada em 1995); e a CQNUAC – (ratificada em 2005). Nesse período surgiram no país várias organizações não governamentais nacionais de defesa do ambiente (e.g. Acção para o Desenvolvimento, Palmeirinha e Tiniguena²) com foco na gestão sustentável da zona costeira, contribuindo para a sensibilização das comunidades e apoiando a construção de diques anti-sal (AD, 2013; República da Guiné-Bissau, 2006). Verifica-se também aumento de diplomas legais e outros instrumentos de política ambiental. A criação do Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas em 2004 e do sistema nacional das áreas protegidas veio reforçar a gestão da zona costeira, dado que a maioria dos parques estão situados na zona costeira (ver IBAP, 2016).

No âmbito da implementação da CQNUAC, o Governo da Guiné-Bissau, com apoio do PNUD/FGA, elaborou em 2006 o PANA, que identificou algumas medidas de adaptação costeira aos impactos das alterações climáticas. As medidas específicas para a zona costeira são (República da Guiné-Bissau, 2006, pp. 34–35):

- Promoção da investigação científica sobre problemática de alterações climáticas na zona costeira;
- Proteção do mangal;
- Criação de um Observatório do Mangal;

² Acção para o Desenvolvimento atua em diferentes partes do país no desenvolvimento comunitário, tendo como um dos grandes focos a proteção ambiental; tem forte presença nas regiões de Suzana e Bissau. Palmeirinha intervém principalmente no domínio da educação ambiental, com atenção a zonas costeiras; o autor teve privilégio de participar de atividades promovidas por esta organização nas escolas na década de 1990, enquanto estudante do ensino básico e secundário em São Domingos. A Tiniguena tem como uma das suas áreas de atuação a conservação do ambiente e nos últimos anos tem-se engajado na gestão de áreas protegidas no Arquipélago dos Bijagós.

- Recuperação e valorização das terras para a orizicultura de *bolanhas* de água salgada e doce, procurando na realidade aumentar o rendimento das áreas cultivadas;
- Realização de estudos de base, investigação, experimentação, extensão e assistência técnica que poderão capacitar a Guiné-Bissau para poder monitorizar os riscos ligados com a subida do nível do mar;
- Adoção das estratégias de assentamentos e de infraestruturas que minimizem os riscos potenciais, evitando localização junto da linha da costa;
- Instalação a nível nacional de estações de monitorização maregráfica e a sua distribuição espacial;
- Criação de parques nacionais e naturais.

Para efeitos de implementação, as medidas de adaptação identificadas no PANA foram traduzidas em projetos de curto prazo sendo, sete dos quais são relevantes para a zona costeira (Tabela 1.9). A implementação da maioria dos projetos do PANA ainda aguarda por financiamento.

Algumas atividades de sensibilização e campanha de plantação de mangal e outras espécies costeiras têm sido desenvolvidas por diversas entidades públicas e não governamentais (ACCC, 2012; AD, 2013; República da Guiné-Bissau, 2018; Roncerel, 2010).

Tabela 1.9 - Projetos com relevância para adaptação costeira criados através do Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, com respetivos custos e duração (Fonte: MERN, 2006)

Nome do Projeto	Custo estimado (USD)	Duração (anos)
Projeto de Seguimento da Erosão na Zona Costeira	400.000	3
Projeto de Educação e comunicação ambiental na zona costeira	200.000	3
Projeto de Reforço de Capacidades de Prevenção e de Proteção das Bolanhas de Mangrove Contra a Invasão das Águas Vivas	600.000	2
Projeto de Proteção, Conservação e Valorização de Recursos Pesqueiros e Costeiros	450.000	2
Projeto de Observatório para Seguimento e Avaliação do Mangal	800.000	2
Projeto de Prevenção de Catástrofes Naturais	300.000	1,6
Projeto de Reabilitação de Pequenos Perímetros de Solos de mangrove para a cultura de arroz em Tombali, Quinara, Bafatá e Oio	500.000	3

1.5 Avaliação do risco e adaptação

1.5.1 Avaliação do risco

Risco é um conceito interdisciplinar amplamente usado em diferentes ramos de conhecimento. Normalmente o risco é definido como a probabilidade de acontecimento adverso acontecer (o perigo) multiplicada pela magnitude da sua consequência (os impactos) (Jacob, 2015). Em contexto das alterações climáticas, o IPCC definiu risco como “probabilidade de ocorrerem

consequências adversas de um perigo relacionado ao clima, ou de respostas de adaptação e mitigação a esse perigo, em vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, bens económicos, sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistémicos) e infraestrutura” (Matthews, 2018, p. 557). Com efeito, nos sistemas costeiros o risco resulta da interação de impulsionadores associados a perigos costeiros (relacionados ao clima), exposição (ao perigo) e vulnerabilidade; os quais podem ser modificados através de adaptação (Figura 1.6) (Wong *et al.*, 2014) (ver este e conceitos relacionados no Anexo 1 - Glossário). Assim, esse conceito implica que o risco numa determinada zona costeira está em função de características biofísicas e socioeconómicas e da natureza (magnitude, frequência) do perigo específico.

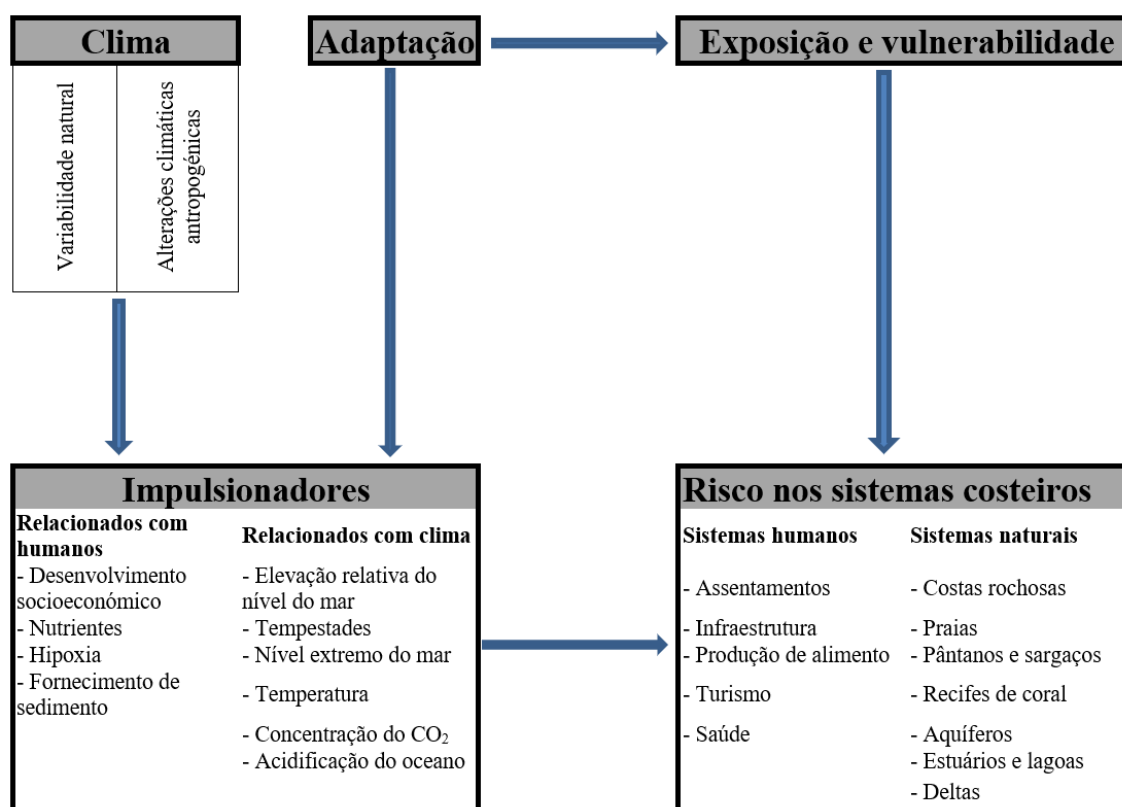


Figura 1.6 - Ilustração do conceito de risco de alterações climáticas em zonas costeiras (Fonte: adaptado de Wong *et al.*, 2014)

A avaliação do risco é uma prática fundamental para apoio na tomada de decisão (Loewenstein *et al.*, 2001; UNISDR, 2017), como de desenvolvimento de políticas de adaptação e alocação de recursos (Dawson *et al.*, 2009). Envolve abordagens que visam determinar a natureza e a extensão do risco, através da análise de potenciais perigos e avaliação de condições existentes de exposição e vulnerabilidade que podem prejudicar pessoas, propriedades, serviços, meios de

subsistência e o ambiente dos quais dependem. Isso inclui a identificação de perigo (uma revisão das características técnicas do perigo, como sua localização, intensidade, frequência e probabilidade), a análise da exposição e vulnerabilidade (incluindo as dimensões física, socioeconómica e ambiental), e a avaliação da capacidade de resposta aos prováveis cenários de risco (UN General Assembly, 2016).

A avaliação de risco pode ser uma estimativa qualitativa, semi-quantitativa ou quantitativa (Bowyer *et al.*, 2014; IPCC, 2018; Willows e Connell, 2003). Uma avaliação qualitativa do risco associado às alterações climáticas pode incluir métodos como, por exemplo, pesquisa da literatura científica disponível sobre alterações climáticas, ou consulta a *stakeholders*; enquanto uma avaliação quantitativa pode basear-se, por exemplo, na modelagem de impactos climáticos (Bowering, 2014). A seleção do método a ser usado depende de vários fatores, como dimensão e a natureza do risco, recursos disponíveis, *expertise* e experiência, disponibilidade de informações e propósito da avaliação (Bowyer *et al.*, 2014; UNISDR, 2017).

Em zonas costeiras, vários métodos são usados para a avaliação de riscos de erosão e inundação costeira (ver Capítulo 2). A maioria das avaliações quantitativas têm sido realizadas com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os SIG tornaram-se uma ferramenta importante na análise de risco e gestão costeira dada a sua capacidade de acomodar e integrar vastos bancos de dados e de realizar análises espaciais que disponibilizam informações que facilitam *stakeholders* na tomada de decisão (Thumerer, Jones e Brown, 2000). A técnica geralmente envolve a sobreposição de informações relativas à vulnerabilidade e exposição da área que pode ser afetada pelo perigo, permitindo, por exemplo, quantificar a população e infraestruturas presentes em áreas de risco de inundação ou erosão. Consoante o interesse do trabalho, as informações para a análise podem incluir dados demográficos, geomorfológicos, de uso e ocupação do solo, tipo e valor de propriedades e infraestruturas, altitude do terreno, condições financeiras (pobreza/riqueza), magnitude e frequência de eventos perigosos, entre outras (e.g. Arkema *et al.*, 2013; Grilli *et al.*, 2017; Mentaschi *et al.*, 2018; Seenath, Wilson e Miller, 2016; Shepard *et al.*, 2012; Warren-Myers *et al.*, 2018; Wu, Yarnal e Fisher, 2002).

1.5.2 Avaliação de adaptação

A avaliação de adaptação visa conceber e recomendar estratégias/opções/medidas de adaptação às alterações climáticas para uma região ou setor específico (Füssel, 2008; Willows e Connell, 2003), considerando o seu desempenho em termos de conceção e implementação (USAID, 2009). Portanto, a avaliação das opções de adaptação deve incidir na redução do risco, atuando

sobre os seus componentes, ou seja, reduzir a vulnerabilidade e exposição (GIZ, 2017) e explorar as oportunidades benéficas (Bowyer *et al.*, 2014). Considerando a diversidade de contextos em que a adaptação pode ocorrer, a avaliação deve ser aplicável de maneira flexível, com diferentes abordagens metodológicas para produzir conhecimento e facilitar a tomada de decisão (Füssel, 2007). Isso pode incluir, por exemplo, abordagens participativas (para entender as preferências e prioridades da comunidade) ou geração e modelação de cenários (para entender o desempenho duma opção quando implementada) (NCCARF, 2018).

No processo de avaliação de adaptação, distinguem-se duas importantes etapas, a saber: identificação das opções/medidas e avaliação de opções/medidas identificadas (IPCC, 2018; Willows e Connell, 2003).

Identificação de opções/medidas

Esta etapa tem como principal objetivo a compilação e caracterização, através de várias fontes, de uma lista detalhada de possíveis opções de adaptação (Bowyer *et al.*, 2014; Capela Lourenço *et al.*, 2017; El-Raey, Dewidar e El-Hattab, 1999). Nesse exercício deve-se considerar todas as práticas usadas no passado e no presente, bem como possíveis estratégias alternativas que ainda não tenham sido usadas (El-Raey, Dewidar e El-Hattab, 1999). A exploração das opções de adaptação não deve refletir apenas sobre a experiência local, mas também sobre a experiência de locais/países que enfrentam riscos climáticos similares para avaliar se as possíveis opções de adaptação destes podem ser transferidas (Capela Lourenço *et al.*, 2017). Neste contexto, devem-se ter em consideração as condições biofísicas e socioeconómicas e os riscos de impactos das alterações climáticas presentes e futuros, incluindo as incertezas (Engineers Australia, 2012; IPCC, 2007, 2014). Para as zonas costeiras, além da ENM, Mangor e colegas (2017) realçaram três condições relevantes a considerar na identificação das opções/medidas de adaptação:

- Tipo de problema (erosão, degradação de praia ou inundação);
- Condições morfológicas (tipo de perfil de costa e tipo de linha de costa);
- Uso do solo (infraestrutura/habitação, recreação, agricultura, entre outras).

Avaliação de opções/medidas identificadas

Esta etapa compreende a avaliação sistemática das medidas com base em critérios estabelecidos que permitem compará-las e identificar as melhores opções a recomendar (opções prioritárias/preferenciais) (Smit e Wandel, 2006; Willows e Connell, 2003). A avaliação e priorização das opções/medidas de adaptação é particularmente importante quando os meios

financeiros para a adaptação são insuficientes e/ou quando a utilização de sinergias e a minimização de objetivos conflitantes devem ser sistematicamente abordadas (Prutsch *et al.*, 2014). Nesta etapa, embora seja possível recolher novas informações e opções de adaptação (Capela Lourenço *et al.*, 2017), geralmente foca-se na triagem da lista de opções identificadas na etapa anterior (NCCARF, 2018), para obter uma lista mais restrita, que permita a realização de uma avaliação mais aprofundada (Willows e Connell, 2003). Prutsch e colegas (2014) destacaram a necessidade de proceder a uma análise crítica das opções adaptação, porque se trata de um processo que nunca pode ser completamente objetivo. Geralmente, vários critérios são utilizados para decidir sobre as melhores opções de adaptação no contexto local atual e futuro. Entre os critérios comumente usados, tem-se: eficácia, custos, benefícios, sustentabilidade, desempenho com incerteza, eficiência, viabilidade, aplicabilidade, disponibilidade, urgência, equidade, legitimidade ou aceitabilidade, entre outros (Adger, Arnell e Tompkins, 2005; Brooks *et al.*, 2009; Champalle, Ford e Sherman, 2015; De Bruin *et al.*, 2009; Hallegatte, 2009; Loë, de, Kreutzwiser e Moraru, 2001; Smith, Ragland e Pitts, 1996; USAID, 2009). Dependendo de tipo de abordagens, recursos e tempo disponível, a seleção dos critérios pode ser feita por um indivíduo (e.g. investigador), um grupo restrito de pessoas ou pode envolver vários grupos de *stakeholders* (NCCARF, 2018). Na seleção de critérios e de opções de adaptação, é importante tomar em atenção as condições ambientais e socioeconômicas, bem como o setor de adaptação (e.g. zona costeira e recursos hídricos) (Adger, Arnell e Tompkins, 2005; Capela Lourenço *et al.*, 2017; NCCARF, 2018). Assim, um aspeto fundamental na avaliação é refletir como provavelmente as opções serão postas em prática (Pittock, 2009). A implementação dessas avaliações depende amplamente dos métodos escolhidos para comparação das opções de adaptação, das opções incluídas para comparação e dos critérios de decisão usados (NCCARF, 2018).

Depois da avaliação das opções adaptação, estas devem ser implementadas, monitorizadas e avaliadas (e.g. IPCC, 2014; Klein, Nicholls e Mimura, 1999; Willows *et al.*, 2003), o que está fora do âmbito desta tese.

1.5.3 Participação *stakeholders* na avaliação de risco e adaptação

Stakeholders “são aqueles que têm interesse em determinada decisão, quer como indivíduos ou representantes de um grupo. Isso inclui pessoas que influenciam uma decisão ou podem influenciá-la, bem como aquelas afetadas por ela”(Hemmati, 2012, p. 2). Abordagem participativa refere-se a cenários onde vários *stakeholders* são reunidos para participar mais ou

menos diretamente, e mais ou menos formalmente, no processo de tomada de decisão (Van den Hove, 2000). O processo participativo proporciona aos *stakeholders* a oportunidade de influenciarem decisões importantes que afetam as suas vidas (U. S. EPA, 2014). A International Association for Public Participation (IAP2) distingue 5 níveis de participação: informar, consultar, envolver, colaborar e empoderar (IAP2, 2015). Várias técnicas são utilizadas para implementar esses níveis, como workshops, grupos focais, fórum de discussão, inquérito, entre outras (IAP2, 2015, p. 2).

Em contexto das alterações climáticas, é amplamente reconhecida como de importância crucial a participação de *stakeholders* na avaliação de risco e adaptação, (e.g. Füssel, 2007; IPCC, 2014; Klein, Nicholls e Mimura, 1999; NCCARF, 2018). Alguns aspetos que justificam a importância e necessidade de participação de diferentes *stakeholders* nas avaliações são:

- Responder aos desafios das alterações climáticas depende de um leque de conhecimento, recursos e outros fatores que um só ator pode não ter capacidade suficiente para resolver (Ebi e Semenza, 2008);
- A perceção das características e gravidades dos riscos é subjetiva (Matthews, 2018; Stervinou *et al.*, 2013);
- O processo de avaliação de risco e adaptação é complexo e exige acesso à informação proveniente de muitas fontes (UNISDR, 2017);
- Geralmente *stakeholders* locais detêm valiosos conhecimentos sobre seu ambiente (Stervinou *et al.*, 2013);
- Promove a criação e partilha de conhecimento/informação sobre risco e adaptação (Bowyer *et al.*, 2014; Kassam, 2009), aprendizagem social (Butler *et al.*, 2015; Füssel, 2007) e aumenta consciencialização (Gardner *et al.*, 2009; Klein, Nicholls e Mimura, 1999), tornando *stakeholders* mais responsáveis e proativos (Brody *et al.*, 2008);
- Contribui para maior aceitabilidade (ou menor possibilidade de rejeição) das decisões - estratégias/opções de adaptação (Gardner *et al.*, 2009; Klein, Nicholls e Mimura, 1999; Mimura, 2013; NCCARF, 2018);
- Permite construir consensos e solucionar/reduzir conflitos sobre adaptação (Capela Lourenço *et al.*, 2017; Gardner *et al.*, 2009; Grothmann, 2014), aumentando a confiança, as habilidades e a cooperação (Gardner *et al.*, 2009);
- Ajuda a clarificar as prioridades (Capela Lourenço *et al.*, 2017);

- Pode contribuir na identificação de possíveis efeitos negativos associados às ações de adaptação (Bowyer *et al.*, 2014);
- Permite lidar melhor com as incertezas (Füssel, 2007);
- Ajuda a superar barreiras de adaptação (Cloutier *et al.*, 2015).

Os processos participativos em contexto das alterações climáticas têm envolvido uma variedade de *stakeholders*, incluindo cientistas, comunidades locais, indivíduos, empresas e sociedade civil, organismos públicos e governos nas escalas local, regional e nacional, e agências internacionais e organizações não-governamentais (ONG) (Adger, Arnell e Tompkins, 2005; IPCC, 2014; Preston *et al.*, 2013). Por exemplo, técnicas participativas foram usadas para estudar a resposta da sociedade à elevação extrema do nível médio do mar no Reino Unido, Holanda e França (Tol *et al.*, 2006), explorar opções de adaptação de agricultura e águas às alterações climáticas em Marrocos, Portugal e França (Faysse *et al.*, 2014), definir estratégias de adaptação de gestão da água na bacia do Rio Ord em França (Girard *et al.*, 2015); estudar adaptação costeira no Triângulo de Coral, províncias da Indonésia e da Papua-Nova Guiné (Butler *et al.*, 2015); pelo projeto ClimAdaPT.Local para elaboração de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas de 26 municípios portugueses (Guerra *et al.*, 2017; Penha-Lopes e Santos, 2017), pelo Projeto CHANGE, para explorar impactos de práticas de riscos locais em processo de erosão costeira em Portugal (Schmidt *et al.*, 2012, 2014); para avaliar a conscientização de atores locais sobre ENM e adaptação costeira no Gana (Evadzi *et al.*, 2018). Em países menos desenvolvidos, a abordagem participativa das alterações climáticas tem sido particularmente impulsionada nos últimos anos pela UNFCCC com o estabelecimento dos Planos Nacionais de Adaptação (PNAs), um mecanismo que garante a estes países apoio financeiro e técnico para a desenvolverem seus planos de adaptação, avaliando riscos de impactos e vulnerabilidades às alterações climáticas assim como a implementação de projetos de adaptação (ver UNFCCC, 2018). Um dos princípios orientadores dos PNAs é que os países beneficiários sigam uma abordagem participativa, envolvendo diversos *stakeholders*, incluindo comunidades e grupos vulneráveis (UNFCCC, 2012), o que tem sido implementado em vários países (UNFCCC, 2018).

Na Guiné-Bissau, a abordagem participativa foi usada, por exemplo, na elaboração do PANA, envolvendo vários atores sociais, como peritos de diferentes setores, instituições públicas, organizações não governamentais e cidadãos individuais (República da Guiné-Bissau, 2006). Este documento preconiza ainda que seja privilegiada a abordagem participativa na implementação das opções de adaptação nele identificados, os quais foram traduzidos em

projetos. Saliente-se que um desses projetos, “Reforço da Resiliência e da Capacidade de Adaptação dos Sectores Agrário e Hídrico às Mudanças Climáticas na Guiné-Bissau”, está em curso no Leste do país e envolve atores como entidades públicas, ONGs, e populações locais (Guiné-Bissau/PNUD, 2011). Na zona costeira foi implementada através de abordagem participativa no noroeste do país (Varela) o Projeto “Adaptação às Mudanças Climáticas e Costeiras na África Ocidental” (2008-2012), também implementada em outras localidades de países da África Ocidental (Senegal, Gambia, Cabo Verde e Mauritânia) (ACCC, 2012; Roncerel, 2010). Abordagem participativa é usada também na gestão de vários projetos na zona costeira de Guiné-Bissau pelo Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas (IBAP) (ver IBAP, 2016; Janeiro *et al.*, 2008) e outras entidades públicas e ONGs. Está ainda prevista para iniciar em 2020 um importante projeto de adaptação às alterações climáticas na zona costa guineense (Governo da República da Guiné-Bissau/PNUD, 2018).

Entretanto, a participação efetiva dos *stakeholders* é um processo desafiante, especialmente nos países em desenvolvimento, devido ao elevado nível de pobreza, conhecimento inadequado sobre as opções de adaptação, fracas instituições e a competição de interesses para resolver os problemas mais imediatos relacionados com a pobreza e o subdesenvolvimento (Sherman e Ford, 2014). Por exemplo, processos participativos podem inicialmente ser considerados por alguns atores como sendo demasiado teóricos ou não constituírem preocupações urgentes (Faysse *et al.*, 2014). Também dentro de uma comunidade as pessoas têm consciências diferentes sobre riscos das alterações climáticas e preferências de distribuição dos benefícios e dos custos de ação e inação (Barnett *et al.*, 2014). Além disso, é um grande desafio analítico e político avaliar quais as estratégias de adaptação costeiras adequadas, pois exige pensar em múltiplas escalas de tempo, incluindo visão de longo prazo, que envolve maior grau de incerteza. Isso implica que a percepção dos atores sobre riscos mudará com o tempo e, consequentemente, as políticas e as ações aceitáveis (Preston *et al.*, 2013).

1.6 Estrutura da tese

Esta tese é dividida em nove capítulos, lista de referência e anexos. A seguir a este capítulo de introdução, o Capítulo 2 apresenta informações sobre a Guiné-Bissau e sua zona costeira e as 3 áreas de estudo do caso (Bissau, Bubaque e Suzana), caracterizando-as em termos biofísicos e socioeconómicos. No Capítulo 3 é abordada a metodologia da tese, apresentando-se resumidamente os potenciais métodos aplicáveis para a coleta e análise de dados sobre os

diferentes (sub)temas da tese e os que foram selecionados e efetivamente aplicados. Os métodos selecionados são desenvolvidos nos próprios capítulos em que foram aplicados.

Os capítulos 4, 5, 6 e 7 estão organizados em forma de artigos científicos, cada um focado num dos 4 objetivos específicos da tese, e constituem o resultado da tese. O Capítulo 4 avalia a evolução da linha de costa em Suzana num período de 41 anos (1976-2017), usando combinação de fotografias e imagens de satélite. O Capítulo 5 apresenta a quantificação e cartografia do risco de inundação (terra, população e outros elementos) em cenários de ENM nas áreas de estudo, usando o modelo de superfície única da inundação (método “bathtub”). O Capítulo 6 analisa percepção de *stakeholders* locais sobre riscos de impactos de ENM e sobre medidas e barreiras de adaptação. A recolha de dados foi feita através de inquérito por questionário. O Capítulo 7 foca-se na avaliação de medidas adaptação, identificando, seleccionando e priorizando medidas para responder aos riscos de erosão e inundação costeira em cenários de ENM para diferentes horizontes temporais do presente século, nas áreas de estudo. Foi usado o método de caminhos de adaptação, com participação de *stakeholders* através do inquérito por questionário (do capítulo 6) e de realização de workshops.

O Capítulo 8 é a discussão geral dos riscos de impactos da ENM (erosão e inundação) e medidas de adaptação nas áreas de estudos de caso. Também aborda a questão de ação climática em geral para a Guiné-Bissau.

O capítulo 9 traz uma síntese das conclusões da tese, assim como apresenta as limitações encontradas e sugestões para futuras investigações.

Depois das referências, os principais conceitos usados na tese são apresentados no Glossário nos Anexos.

Capítulo 2

2 Área de estudo

2.1 Contexto da Guiné-Bissau

2.1.1 Caracterização física

A Guiné-Bissau fica situada na costa Ocidental da África, entre os paralelos 12° 20'00" Norte e 10° 59'00" Sul de latitude e entre os meridianos 13° 90'00" Este e 16° 43'00" Oeste de longitude, limitada ao Norte pela República do Senegal, ao Leste e Sul pela República da Guiné e a Oeste, pelo Oceano Atlântico (Figura 2.1) e tem uma superfície de 36.125 km², dos quais 27.700 km² constituem a superfície emersa. O país é constituído por uma parte continental e outra insular que engloba o Arquipélago dos Bijagós, composto por cerca de 90 ilhas e ilhéus, dos quais somente 17 são habitadas (INE, 2017).

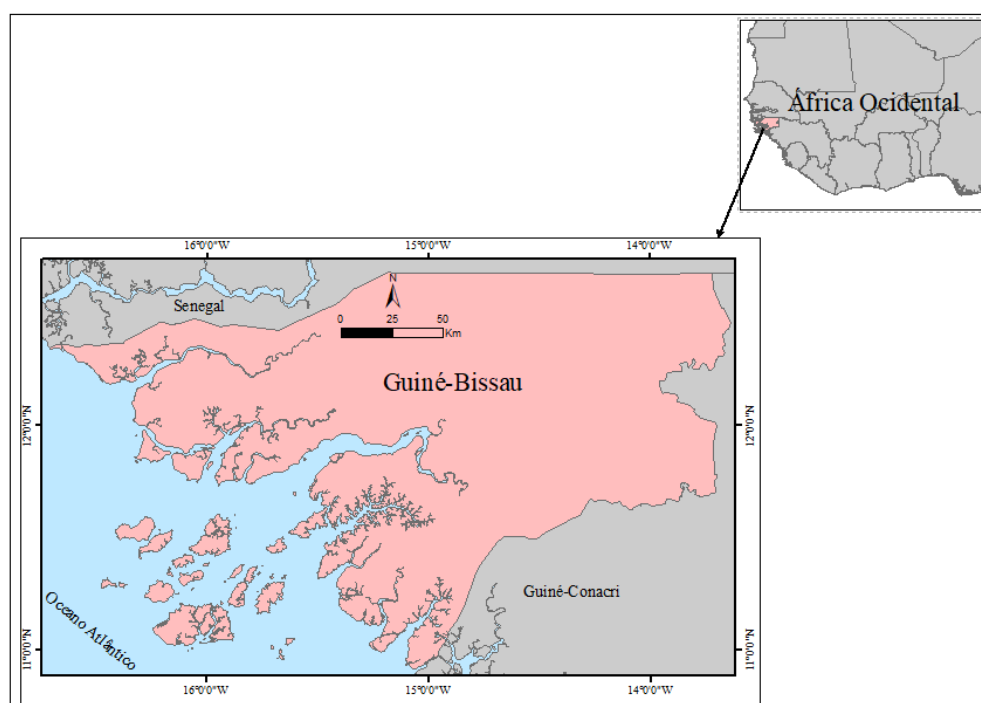


Figura 2.1 - Mapa de localização da Guiné-Bissau, na África Ocidental (Fonte: Elaboração própria)

Geologicamente, a Guiné-Bissau está enquadrada numa vasta região de NW de África constituída por três unidades: O Cartão Oeste Africano, Caceias orogénicas e Bacias mesocenozóicas, sendo as duas últimas as mais representativas (Alves, 2010). A separação entre a África e as Américas foi responsável por coberturas sedimentares mesocenozóicas espessas a Oeste do país; a Leste ocorre o substrato, com rochas paleozoicas e precâmblicas,

geralmente coberto por sedimentos pouco espessos do Cenozóico (Alves, 2010). As características morfológicas atuais e forma de ocorrência de rochas dependem ainda da evolução geodinâmica e geomorfológica do relevo durante o Quaternário, influenciada por fatores como alterações do clima e do nível do mar (Alves, 2010).

O relevo na Guiné Bissau apresenta uma notável monotonia, encontrando-se os terrenos geralmente com altitudes pouco elevadas, em geral até 40 m acima do NMM, exceto na Região das colinas do Boé, situadas no interior e no extremo Sudeste do país, com altitude em torno de 300 m (Teixeira, 1962).

Os tipos de solos predominantes são: solos ferralíticos ou fersialíticos (62%), litossolos e solos litólicos (17%), regossolos psamíticos (1%), solos hidromórficos (20%) continentais e derivados de aluviões marinhas (“polders” tropicais e halo-hidromórficos) (Teixeira, 1962, p. 100). As formações vegetais principais incluem florestas sub-húmidas (caducifólias), os palmares naturais, as florestas abertas, as savanas arborizadas, mangais e outros mais (República da Guiné-Bissau, 2006).

A Guiné-Bissau é caracterizada por um clima de tipo sub-guineense húmido na zona costeira e clima tipo sudanês na zona continental. O estado do tempo é principalmente condicionado pela frente intertropical (FIT), pelas ações subsidiárias das células semipermanentes de Altas Pressões, designadas habitualmente por Anticiclone dos Açores, no Atlântico Norte, e Anticiclone de Santa-Helena, no Atlântico Sul, e pela baixa térmica estival que se instala sobre o Sahara (INM-GB, 2016). O regime do vento na Guiné-Bissau está relacionado com a circulação geral da atmosfera, mudando de direção em diferentes épocas do ano. De novembro a abril predominam ventos alísios do Hemisfério Norte (*harmattan*), proveniente do Sahara, de quadrante Norte (N) e Nordeste (NE). Do fim de abril a junho, o vento predominante sopra no sentido Oeste (W) e Sudoeste (SW). De julho à outubro predominam os ventos alísios do Hemisfério Sul, que depois de atravessarem o Equador, deixam a sua direção original de Sudeste (SE), adquirindo sob influência da Força de Coriolis, componentes Sul (S) e Oeste (W). Este fluxo transequatorial carregado de humidade constitui o regime de Monção sobre o continente (INM-GB, 2016).

A temperatura média mensal em abril e maio é de 30,5 °C (21,6 – 39,3 °C), em agosto e setembro é de 26,3 °C (21,1- 31,5 °C) e de dezembro a março 27,7 °C (16,5 °C e 38,5 °C). Projeções indicam que a temperatura deverá aumentar nos próximos séculos (INM-GB, 2016). A Guiné-Bissau apresenta duas estações de ano distintas: estação seca (de dezembro a maio) e estação chuvosa (de junho a novembro). A precipitação apresenta grande variabilidade espacial em termos do volume médio anual, registando-se o valor mínimo de 1000 mm e o valor máximo

superior a 2000 mm no período de 1981-2010, com concentração entre julho e setembro (cerca de 80% da média anual) (INM-GB, 2016). Nas últimas décadas tem-se verificado tendência de diminuição e irregularidade de chuvas (DGMN, 2007; República da Guiné-Bissau, 2004), resultando na degradação de *bolanhas de mangal* e redução da produção de arroz (UICN e MDRA, 1992). O INM (2016) prevê diminuição de precipitação nas próximas décadas.

2.1.2 Caracterização socioeconómica

Administrativamente, o país está dividido em oito regiões (com subdivisões de sectores e Secções) e o Sector Autónomo de Bissau (*Lei nº 4/97*, 1997).

As atividades económicas mais importantes do país são a agricultura, pesca, exploração florestal e pecuária (Da Silva, 2012, p. 201, 2002; República da Guiné-Bissau, 2004, 2006, 2018; UICN e MDRA, 1992). Só o setor da agricultura representa quase 60% do Produto interno bruto (PIB) (República da Guiné-Bissau, 2018). Dados do Instituto Nacional da Estatística (INE) mostram um rápido crescimento da população desde década de 1970 (INE, 2013; INEC, 2009), em contraste com o aumento da pobreza (e.g. população que vive com menos de 1 dólar/dia aumentou de 20,8% em 2002 para 33,0% em 2010) (INE, 2014, 2017). A Tabela 2.1 apresenta as principais características socioeconómicas do país. Desde a independência, em 1973, a Guiné-Bissau tem vivido numa contínua instabilidade política e institucional provocada por constantes crises políticas e militares, caracterizadas por ambição desmedida e disputa pelo controlo de poder por políticos civis e militares (e.g. Carvalho, 2014; Rizzi, 2010), contribuindo para a deterioração e fragilidade social e económica (e.g. Sangreman *et al.*, 2006). Verifica-se que a pobreza tem maior incidência no meio rural do que no meio urbano (ONU-Habitat e CMB, 2019).

Tabela 2.1 - Caracterização socioeconómica da Guiné-Bissau (Fonte: INE 2009, 2017)

Característica	Valor
População total (último censo, 2009)	1.449.230
Taxa de crescimento populacional 2016 (%)	2,2
População 2017 (projeção)	1.530.673
PIB nominal 2016 (em milhões de fcf)	690.472
PIB real 2016 (à preço de 2005) (Em milhões de fcf)	453.637
Incidência de pobreza em 2010 - pessoas que vivem com \$1/dia (%)	33,0
Incidência de pobreza em 2010 - pessoas que vivem com \$2/dia (%)	69,3
PIB nominal por habitante 2016 (\$/habitante)	750
Taxa líquida de Esc. no Ensino Secundário em 2009 (%)	23,0
Taxa Bruta de Escolarização no Ensino Secundário em 2009	37,2
Taxa de mortalidade infantil por 1000 habitantes (em 2014)	55
Taxa Bruta de Mortalidade por 1000 habitantes (em 2017)	11,4
Taxa Bruta de Natalidade por 1000 habitantes (em 2017)	39,2
Esperança média de vida à nascença em 2017 (anos)	53,8

2.2 Zona costeira da Guiné-Bissau

2.2.1 Caracterização física

Nesta tese, a zona costeira da Guiné-Bissau é considerada tal como delimitada pelo Gabinete de Planificação Costeira em 1992 (Figura 2.2), baseada na influência da salinidade para o interior/oscilação do nível da maré e afastamento para o alto mar (até 12 milhas náuticas a partir da linha de base – mar territorial) (UICN e MDRA, 1992).



Figura 2.2 - Limite da zona costeira da Guiné-Bissau (Fonte: UICN e MADR, 1992)

A zona costeira apresenta uma superfície de 22.235 km², que representa 61% do território nacional (Da Silva, 2002) e uma extensão de aproximadamente 350 km (Dos Santos, 1994). Esta zona está dividida em área terrestre e intertidal e área marinha. A primeira corresponde a baixo planalto do litoral (costa continental) e a zona de deposição sedimentar (Arquipélago dos Bijagós), apresentando uma rede hidrográfica que conduz a água do mar para o interior, o qual condiciona o desenvolvimento do ecossistema de mangal presente e o uso e ocupação do solo; a segunda corresponde a águas territoriais, com pouca profundidade (UICN e MDRA, 1992). Há uma grande interpenetração entre os ambientes terrestre e marinho, devido principalmente à baixa altitude da zona costeira e a orientação perpendicular à costa dos sete principais rios.

Como consequência, existe uma zona entremarés que representa quase um terço da superfície total do país e amplamente colonizada por ecossistemas de mangal (Pennober *et al.*, 2005).

A zona costeira é formada por “terrenos de substrato de bacia sedimentar de idade Mesoceno-zóica” e “pacote de rególito de cerca de 20 m de altura” cuja existência foi condicionada pelo evento chamado Continental Terminal (UICN e MDRA, 1992, p. 27). Sobre essa estrutura depositaram-se sedimentos marinhos ou estuarinos recentes ou depósitos do Quaternário associados a processos recentes de sedimentação (vales, praias, mangais, bancos) e que não ultrapassam 50 metros de altitude (UICN e MDRA, 1992). Os cordões litorais do quaternários, incluindo dunas, cobrem grandes áreas nas encostas das ilhas e do continente, atingindo apreciável extensão nos rios Cacheu e Sucudjaque e na ilha de Pexice (Teixeira, 1962).

A plataforma continental da Guiné-Bissau apresenta-se como das mais extensas da África Ocidental, com mais de 200 km (Diop, 1990; Goussard e Ducrocq, 2014; UICN e MDRA, 1992) e situa-se numa zona de encontro das correntes costeiras vindas de norte (Corrente das Canárias) e de sul (correntes do Golfo da Guiné), constituindo assim uma zona de deposição sedimentar (UICN e MDRA, 1992). De acordo com Diop (1990), na costa da África Ocidental, onde a Guiné-Bissau está integrada, a plataforma continental é caracterizada por uma fraca inclinação (inferior a 1%) e bancos em fozes (contribuição recente de rios), que indicam que os depósitos atuais estão em equilíbrio com a dinâmica marinha. Ainda segundo o mesmo autor, o tipo predominante de sedimentação varia de acordo com a profundidade da plataforma:

“Em geral, as areias médias e finas dominam em fácies de cobertura rasas. São depósitos de origem detrítica localizados ao longo da orla costeira que participam do trânsito costeiro, facilmente mobilizados por ondas (NW e SW) e derivas induzidas (norte e sul). Em seguida, vêm as areias muito finas e sobretudo depósitos vasosos que são distribuídos mais frequentemente perto de embocaduras dos rios importantes. A sua presença é explicada pela taxa muito alta de assoreamento nesta zona. Além disso, os processos de acumulação e distribuição do material argiloarenoso estão experimentando o seu maior desenvolvimento nas zonas de foz. Por fim, areias bioclásticas com alto teor de carbonato são distribuídas principalmente na plataforma externa” (Diop, 1990, pp. 100–103).

Segundo Boski (1991), podem distinguir-se dois tipos de sedimentos predominantes na costa da Guiné-Bissau: 1) argila e argila arenosa (esmectite, quartzo de grão fino e carregado quantidade apreciável de matéria orgânica), mais comuns em toda a zona costeira e originários da sedimentação por suspensão ou precipitação de colóides ou solução do contato entre águas do rio e do mar; e 2) cascalho laterítico, que forma entrelaçamentos no grão fino de quartzo, com espessura entre 20 a 45 cm.

A sedimentologia e morfologia costeira nesta região são condicionadas por fatores oceanográficos (massas de água, ondas, correntes e marés) (Diop, 1990) e outros agentes naturais como fluxos continentais eólicos e fluviais e a atividade humana (e.g. extração de matéria-prima em praias para a construção, barragens construídas ao longo de rios) (Goussard e Ducrocq, 2014). Por exemplo, a ação das correntes fluviais também é responsável pela formação de depósitos sedimentares de granulometria fina ou vasosos na maior parte da plataforma continental da Guiné-Bissau, fazendo o domínio de sedimentação ativa em mais de 150 km (República da Guiné-Bissau, 2004).

Na costa da África Ocidental o padrão de circulação superficial das águas marinhas é condicionado pela topografia da plataforma continental, orientação da costa e estações climáticas (Diop, 1990). Nas águas marinhas da Guiné-Bissau, a circulação superficial ocorre no sentido SE. As águas da plataforma continental estão sujeitas às correntes superficiais com fluxo no sentido SE de fevereiro a maio, NO de junho a dezembro, e provavelmente predominante de SE de setembro a janeiro (Berrit e Rebert, 1977). Essas mudanças na circulação de corrente estão associadas principalmente mudança de temperatura, regimes de vento e distribuições barométricas (Diop, 1990; Rebert, 1982).

De acordo com Diop (1990) podem distinguir-se dois tipos de ondas na região dos Rios do Sul (de Guiné-Bissau a Sul de Serra Leoa): uma do noroeste, de origem boreal, com um desvio induzido do litoral que é sentido a partir do norte para o sul, especialmente de novembro a abril; outra do sudoeste, de origem meridional, ligada à deriva litorânea sul-norte, especialmente entre maio e outubro. Ambas pertencem à categoria de "ondas longas", com comprimentos de onda médios de cerca de 300 m correspondendo a um período de 13 a 14 segundos e a uma velocidade de 20 m/s. A propagação dessas ondas contribui para a geração de uma significativa corrente de deriva litoral mais ou menos paralela à costa, sujeita a variações anuais, mas as resultantes são globalmente norte-sul ao longo da costa ocidental (Goussard e Ducrocq, 2014). O estudo realizado por Thomas e Elmoustapha (2007) ao largo da costa ocidental africana, abrangendo as ilhas de Cabo Verde, a Mauritânia, o Senegal, a Guiné-Bissau e a Guiné-Conacri, mostrou que a altura significativa da onda diminui do norte da Mauritânia para o sul da Guiné-Conacri (máxima de 2,7 m em Dezembro-Janeiro e 1,7 m em Maio-Junho no norte e 2,0 m e 1,5 m no sul). As marés na Guiné-Bissau são semidiurnas (com duas preia-mares e baixa-mares ao dia). O levantamento feito pela Junta de Investigação Ultramar constatou que a amplitude de maré na costa da Guiné-Bissau apresenta uma variabilidade espacial (Tabela 2.2) (Crespo, 1955).

Tabela 2.2 - Amplitude da maré (metros) em diferentes localidades da zona costeira da Guiné-Bissau (Fonte: Crespo, 1955)

Local	Amplitude da maré (m)	
	Águas vivas	Águas mortas
Caió	2,90	0,81
Pexice	3,61	1,55
Biombo	3,80	2,48
Bissau	5,10	2,50
Jabada	5,33	3,40
Porto Gole	6,45	4,00
Bubaque	4,24	1,26
Bruce	3,80	1,50
Bolama	4,90	2,30
Abu (Ilha de Formosa)	3,55	2,30
Buba	6,05	2,55
Cobumba	4,30	2,30
João Landim	4,95	2,25
Barro	1,90	1,42
Bulol	2,56	0,90
Cacheu	2,74	0,86
Varela	2,32	1,14

A Zona costeira é caracterizada por extensas áreas de baixa altitude, zonas húmidas, praias arenosas e dunares e uma diversidade de fauna e flora, incluindo um extenso ecossistema de mangal que se estende por quase todo o litoral continental e ilhas (UICN e MDRA, 1992). O ecossistema do mangal e ocupa atualmente cerca de 8% da superfície do país (Da Silva, 2012). Outra flora característica desta zona é o palmar (predominantemente *Elaeis guineensis*), além de florestas de galeria, florestas sub-húmidas e secas, florestas secas e semi-secas, florestas degradadas, savanas arbustivas litorâneas, savanas herbáceas húmidas (UICN e MDRA, 1992).

2.2.2 Caracterização socioeconómica

Devido à alta produtividade biológica e grande diversidade de recursos dispersos em ambientes aquáticos e terrestres (UICN e MDRA, 1992), a boa produtividade orizícola de *bolanhas de mangal* (que representam 80% da produção do arroz do país) (Djatá, Mané e Indi, 2003; Sanches, Cittadino e Artuso, 2003), principal cultura e bem de consumo das famílias (INE, 2017) e entre outras vantagens da zona costeira, tem sido notório o movimento da população para essa zona, com consequências na demográfica e nas culturas locais (Da Silva, 2002). Atualmente, estima-se que pelo menos 70% da população vive na zona costeira, com densidade média de quase 50 habitantes por quilómetro quadrado (Governo da República da Guiné-Bissau/PNUD, 2018).

Por um lado, essa concentração de pessoas e de atividades económicas na zona costeira expõe-lhes aos riscos de impactos de ENM, como erosão e inundação costeira (República da Guiné-Bissau, 2018). Por outro lado, elas contribuem para a degradação ambiental da zona costeira e,

consequentemente, para o agravamento da erosão e inundação costeira. A atividade agrícola (ex. construção de barragens anti-sal, cultivos em solos de mangal), destruição da vegetação, extração de areia para a construção civil e urbanização desordenada são algumas das principais atividades responsáveis pela alteração do estado natural de provisão de sedimentos, acelerando o processo erosivo na linha da costa, assoreamento e alteração do fluxo natural dos rios (República da Guiné-Bissau, 2004, 2018; UICN e MDRA, 1992).

2.3 Estudos de caso

Esta tese focou-se em três localidades da zona costeira da Guiné-Bissau: cidade de Bissau (adiante designada Bissau, capital do país, no Centro Norte), Ilha de Bubaque (adiante designada Bubaque, no Sul, Arquipélago dos Bijagós) e Secção de Suzana (adiante designada Suzana, no Noroeste) (Figura 2.3). Neste estudo, as delimitações da cidade de Bissau e da Secção de Suzana não correspondem a limites administrativos oficiais. Para Bissau foi criado um polígono que abrange as áreas urbanas periféricas em rápida expansão, cujos residentes partilham os mesmos serviços e modo de vida com os da área oficialmente delimitada como Setor Autónomo de Bissau. Desta forma, estende-se a área de estudo usando critérios de ocupação urbana em detrimento do uso exclusivo das fronteiras administrativas. Para Suzana, por falta de mapas oficiais de delimitação ao nível administrativo de Secção, a delimitação com a Secção de São Domingos foi realizada através de um polígono com limite fictício que contorna as aldeias que administrativamente respondem à Administração de Suzana; ao norte foram consideradas as fronteiras oficiais com o Senegal. Para a Ilha de Bubaque, foram considerados os limites naturais da ilha. Vários estudos indicam que o tipo de costa e o uso e ocupação do solo são fatores determinantes em estudos de riscos de impactos de ENM e de adaptação (e.g. Bray, Hooke e Carter, 1997; IPCC, 2014; Klein e Nicholls, 1998; Mangor *et al.*, 2017). Por isso, nesta seção a caracterização (geral) de cada área de estudo é seguida duma divisão e caracterização dos respetivos setores da linha de costa.

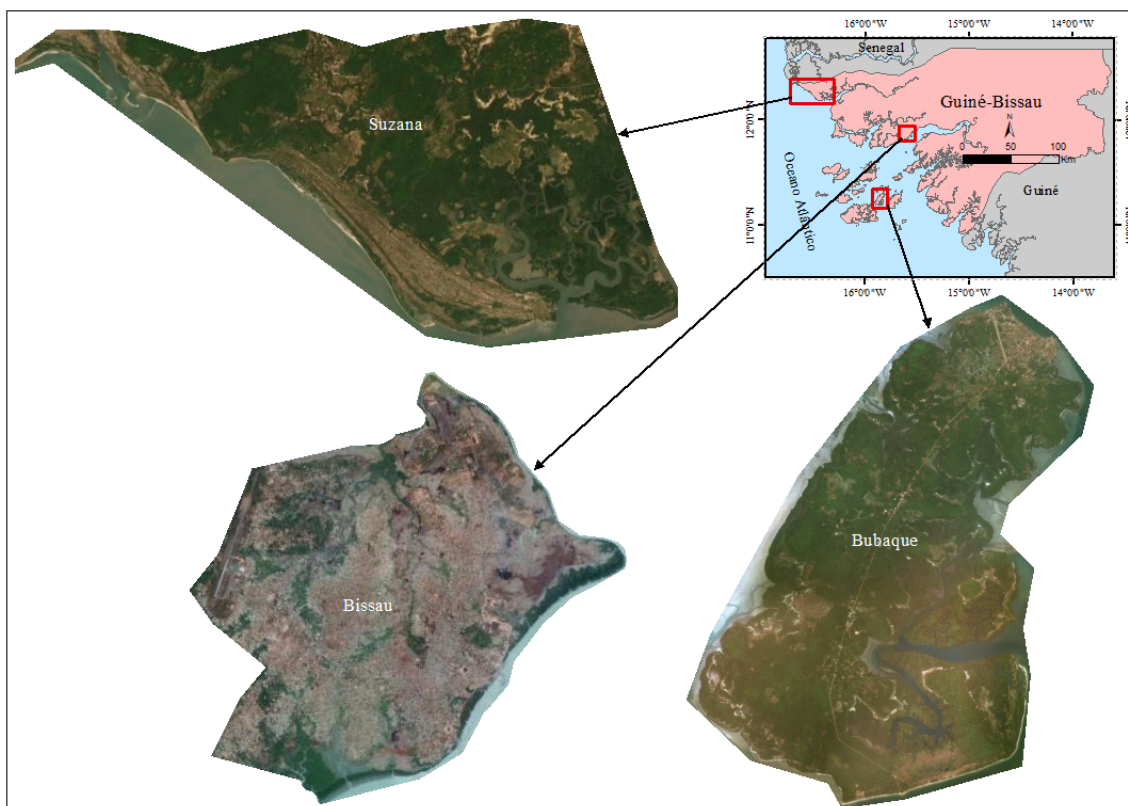


Figura 2.3 - Mapa de localização das três áreas de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana, (Fonte: Elaboração própria)

2.3.1 Bissau

Bissau, capital e maior cidade da Guiné-Bissau, está localizada no estuário do Rio Geba e, como delimitado nesta tese, tem uma superfície de 94,90 km², com linha de costa de aproximadamente 13 km e altitude máxima de 58 m (Figura 2.4). O solo de Bissau é argiloso e ferralítico (laterite), com predominância do solo halo-hidromórfico nas áreas mais baixas próximas ao estuário do Rio Geba (ONU-Habitat e CMB, 2019). A cidade apresenta colinas estreitas e alongadas, vastas planícies aluviais, arenosas ou lodosas, sendo ocupada por vastos pântanos junto do canal do Rio Geba (PGUB, 1993), que facilitam o cultivo de arroz em lagoas de água doce e salgada (ONU-Habitat e CMB, 2019). O clima é do tipo tropical húmido, com a temperatura média de 27,20 °C e a precipitação média anual situa-se entre 1250-1750 mm (INM-GB, 2016). A amplitude da maré no porto de Bissau é de 5,10 m nas águas vivas e de 2,50 m nas águas mortas (Crespo, 1955).

A cidade é densamente povoada, registando 365.097 habitantes no último censo em 2009, que representam cerca de um quarto da população do país (INEC, 2009), e há tendência do aumento dessa população nos próximos anos (INE, 2013). As principais atividades na cidade incluem serviços, comércio, agricultura, pesca entre outras (ONU-Habitat e CMB, 2019).

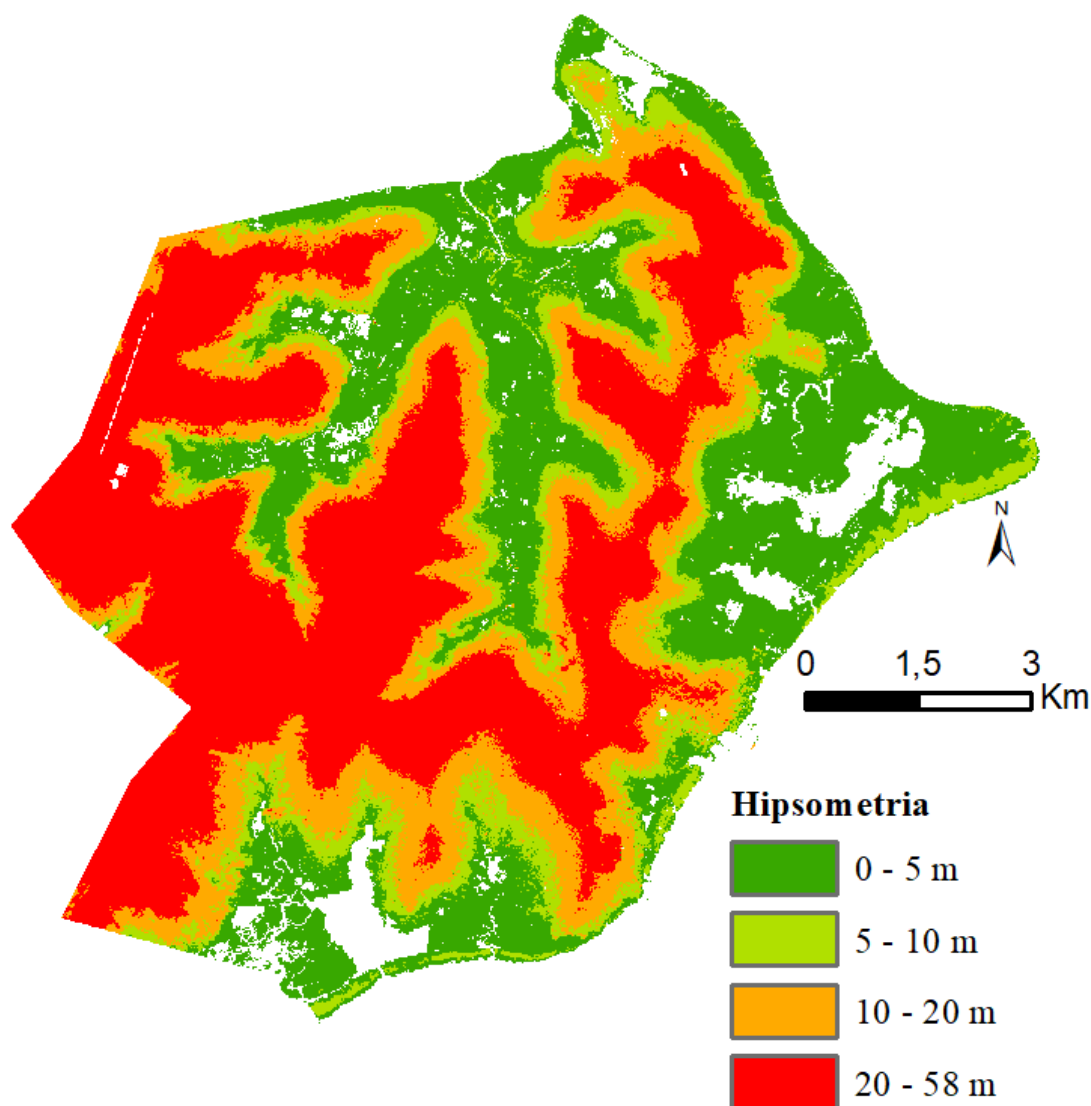


Figura 2.4 - Hipsometria (altitude) de Bissau. Fonte: Elaboração própria

Setores de costa

A costa de Bissau é dividida em três setores (Figura 2.5), a seguir caracterizados:

- **Setor A (Canal de Cumura – Porto de Bandim):** é ocupada por uma faixa do ecossistema do mangal ao longo do Geba. Essa faixa apresenta maior largura na parte sudoeste. A penetração de braços de rios para o interior nas partes central e sudoeste resultou em zonas húmidas de cotas baixas aproveitadas para agricultura (produção de arroz e hortaliças) (Figura 2.5I). Estas terras baixas, vêm sendo ocupadas com habitações, principalmente na parte sul dos bairros de Cuntum Madina e Quelelé (ver Figura 2.5I). A parte noroeste do setor, bairro de Bandim, apresenta cotas relativamente altas.

- Setor B (Porto de Bandim – Porto Canoa): linha de costa muito intervencionada em termos de infraestruturas – nela se localizam os principais portos, dois ao Sudoeste e três ao nordeste. Um estudo indicou que a parte nordeste, onde se localizam os principais portos, apresenta um acentuado envasamento, como resultado da deposição natural de sedimentos finos (vasas e areias), devido a velocidade reduzida das correntes e à presença de embarcações afundadas no local (LNEC, 2011). As estruturas portuárias rígidas e outras infraestruturas situadas nas terras baixas são responsáveis pela descontinuidade do ecossistema do mangal neste setor (Figura 2.5II). Mas, a parte central do setor é ocupada por mangal, e na parte situada imediatamente acima desta existe uma área pantanosa.
- Setor C (Porto de Canoa - Canal Imperial): a linha de costa é ocupada por mangal. Na parte interior imediata ao ecossistema do mangal estão localizadas vastas terras húmidas de cotas baixas usadas para agricultura, e recentemente invadidas por construções de armazéns de grandes dimensões e fábricas. O ecossistema está presente também nas duas margens do Canal Imperial ao longo do seu percurso. Este canal conduz a água salgada para o interior e sua ramificação resultou em múltiplas zonas húmidas que meandram os bairros a Norte de Bissau.



Figura 2.5 - Setores de costa de Bissau, de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) zona húmida acima do ecossistema de mangal e seguido por habitações, II) zona dos principais portos da cidade, com ausência do magal

2.3.2 Bubaque

Bubaque é uma das várias ilhas que compõem o Arquipélago dos Bijagós, situada na costa em frente à foz do Rio Geba, a Sudoeste da Guiné-Bissau (ver Figura 2.3). O Arquipélago dos Bijagós constitui um prolongamento do território emerso da Guiné-Bissau e estará geneticamente relacionado com o transporte de sedimento, tendo-se individualizado do Continente no Holocénico; as formações são em geral do plio-quadernário e Miocénico adjacente (Alves, 2010). De acordo com Pennober (2003) as formações desta área têm duas origens: uma sedimentar, ligado à acreção do delta (aportes fluviais e deriva litorânea); e outra residual, apresentando-se sob a forma de montículos e fragmentos rochosos, que restou depois da última transgressão (remobilização de antigos estoques através da erosão de camadas superiores durante períodos transgressivos).

A maré apresenta-se como principal agente morfogénico do Arquipélago. Outros agentes que influenciam a definição da configuração geral dos Arquipélagos incluem ação fluvial (transporte de sedimentos) e ação das ondas (dos principais agentes de manutenção e equilíbrio sedimentar do delta), convergência das duas derivas Oeste africanas na costa da Guiné-Bissau (contribuição para a retenção de sedimentos); e a presença de mangal (favorece a sedimentação) (Pennober, 2003). A amplitude de maré na cidade de Bubaque (norte da Ilha) é de 4,24 m e 1,26 m e em Bruce (a Sul da ilha) é de 3,80 m e 1,50 m, respetivamente nas águas vivas e águas mortas (Crespo, 1955). A zona entremarés do Arquipélago dos Bijagós é caracterizada por trechos arenosos e arenosos-lodoso. As areias são exclusivamente quartzosas. A sedimentação é geralmente fina, havendo, no entanto, material de areia mais grossa em determinados pontos da zona delta interna (Pennober, 2003)..

Bubaque tem uma área terrestre de cerca de 63,03 km² e linha de costa de cerca de 44,78 km. A altitude máxima é de 50,05 m (Figura 2.6). O clima da região é do tipo tropical húmido, com a temperatura média de 27,10 °C e a precipitação média anual situa entre 1750-2000 mm (INM-GB, 2016). As formações vegetais predominantes em Bubaque são a savana arbórea, palmeira, ecossistema de mangal (Ié Có, 1994). A linha de costa é caracterizada por presença de arriba, praias e afloramentos de laterite na zona da cidade de Bubaque (Norte), extensas áreas de mangal e pequenas praias arenosas a Este e Oeste, e uma extensa praia arenosa em Bruce (Sul). A ilha tem grande importância ecológica, estando por isso integrada na Reserva de Biosfera do Arquipélago Bolama Bijagós, património mundial da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Da Silva, 2012).

Em termos administrativos, Bubaque faz parte do Setor de Bubaque, Região de Bolama Bijagós. A ilha integra a cidade de Bubaque e 14 aldeias. Segundo dados do último censo, a população residente da Ilha é de 6.427 habitantes, 66,9% dos quais vivem na área urbana (INEC, 2009). A região é habitada tradicional e maioritariamente pela etnia Bijagó, que vive essencialmente da agricultura de subsistência, pesca, extrativismo florestal, da coleta de moluscos e crustáceos (Biai, 2012). Desenvolvem-se também o comércio e turismo e artesanato, principalmente na cidade de Bubaque.

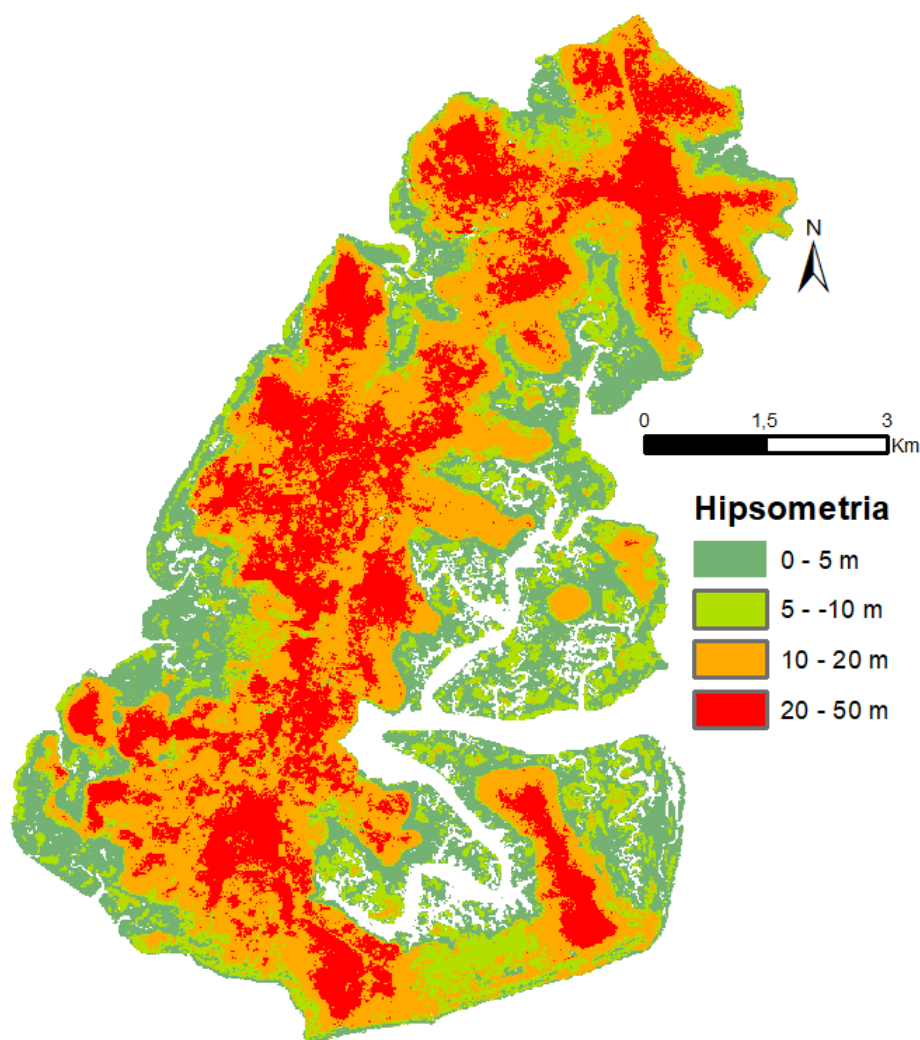


Figura 2.6 - Hipsometria (altitude) de Bubaque. Fonte: Elaboração própria

Setores de costa

A costa de Bubaque é dividida em três setores (Figura 2.7), os quais são caracterizados a seguir:

- **Setor A** (cidade de Bubaque): é a zona com maior intervenção humana, albergando as principais infraestruturas da ilha, incluindo o principal porto. A parte sul do setor é de baixa altitude. Junto do principal porto observa-se afloramento rochoso que cujo a parte mais baixa é coberta pela água durante preia-mar (Figura 2.7I). A parte central do setor é caracterizada pela presença de arribas altas, com cerca de 15 metros de altitude, cuja base apresenta formações laterícias e o topo areia amarelo-avermelhado. Em grande parte, as arribas apresentam vegetação nas encostas. Existem muitas empreendimentos hoteleiros e segundas residências no topo das arribas (Figura 2.7II e III). Observa-se ainda as estruturas da antiga segunda residência do presidente da república na década de 1970 que foi abandonada e atualmente é parcialmente inundada pela água do mar (Figura 2.7IV). O Setor apresenta algumas praias arenosas descontínuas e de pequenas extensões.
- **Setor B** (subsetores B1, Bubaque – Frente da ilha Etintite e B2, Bubaque – Rio Bruce): os subsetores apresentam muitas características similares - zonas rurais com pouca intervenção humana, denso ecossistema de mangal, recortados por rios/braços de mar que adentram na costa (no B2, o mais acidentado, chegam a formar ilhas) e algumas pequenas praias com potencial uso balnear. Segundo Ié Co (1994), esses setores apresentam solos halomórficos e funcionam como zonas de deposição de sedimentos argilosos, incluindo as respetivas planícies entremarés. O B2 apresenta-se como setor com mais área de baixa altitude.
- **Trecho C** (Frente da ilha Etintite – Rio Bruce): costa arenosa e dunar com declive suave, apresentando a praia mais extensão e larga da Ilha, Praia de Bruce. Na parte Oeste do setor pode-se observar afloramento de laterite durante o baixa-mar. A zona tem algumas infraestruturas turísticas junto à praia (Figura 2.7V) e normalmente usadas de forma periódica, durante a época de seca, quando o fluxo turístico aumenta. É notável a ausência do ecossistema do mangal. A parte superior imediatamente a praia é ocupada por vegetação costeira diversificada, incluindo palmar.



Figura 2.7 - Setores de costa de Bubaque, de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) zona do principal porto, mostrando afloramento rochoso, II e III) segundas habitações no topo da arriba, IV) antiga residência do presidente da república abandonada, e V) infraestrutura turística na praia de Bruce

2.3.3 Suzana

Suzana localiza-se no Noroeste da Guiné-Bissau, limitada a Norte pela República do Senegal, a Este pela Secção de São Domingos, a Sudoeste pelo Oceano Atlântico e a Sudeste pelo Rio Cacheu. Suzana tem uma superfície aproximada de 319,67 km² e caracterizada por terras de cotas baixas com altitude máxima de 45 m (Figura 2. 8), savana arbórea e herbácea, ecossistemas de mangal, corpos de água (rios, pântanos, lagos, etc), praias e dunas, áreas de cultivo e áreas residenciais.

A linha de costa compreende cerca de 51,3 km, que se estende do Cabo Roxo (fronteira com o Senegal) até o Rio Cassu, no Estuário do Rio Cacheu. Cerca de 42,1 km da costa está aberta ao Oceano Atlântico e os restantes são limitados pelo Rio Cacheu, ladeado por um vasto ecossistema de mangal. A importância ecológica e socioeconómica do Estuário de Rio Cacheu justificou a sua proteção pelo Governo, através da criação do Parque Natural dos Tarrafes do Rio Cacheu, que cobre parcialmente o território de Suzana (Decreto nº 12/2000, 2000). O clima da região é do tipo tropical húmido, com a temperatura média de aproximadamente 27,20 °C e a precipitação média anual de 1250-1500 mm (INM-GB, 2016).

Em termos de morfologia, o litoral é caracterizado pela presença de cordões litorais arenosos fósseis, cordões arenosos atuais, arriba atualmente em evolução, em frente da qual se estende o cordão litoral arenoso, áreas com vasas, muitas vezes ocultas pelas areias claras dos cordões litorais arenosos (De Carvalho, 1963). Estudo recente indicou que o transporte sedimentar poderá ser predominantemente de norte para sul e que principais rios da zona (Rio Cacheu e Rio Sucudjaque) não são as fontes sedimentares das areias de praia, que podem ter origem do trânsito sedimentar litoral e da vasta e baixa plataforma continental (LNEC, 2011).

A amplitude de maré no litoral de Suzana apresenta uma variabilidade espacial (Crespo, 1955): 2,32 m nas águas vivas e 1,14 m nas águas mortas em Varela; 2,56 m nas águas vivas e 0,90 m nas águas mortas, em Bulol.

Administrativamente, Suzana é parte do Sector de São Domingos, região de Cacheu, sendo uma área essencialmente rural, composta por 17 aldeias, com a Vila de Suzana como sede da Secção e a localidade mais urbanizada. Segundo dados do último censo (2009), a população residente de Suzana é de 6.701 habitantes (INEC, 2009), na sua maioria representantes da etnia Felupe. A agricultura de subsistência e a pesca, favorecida pela existência de rios, lagos e pântanos (De Carvalho, 1963), constituem as principais atividades económicas da população (ACCC, 2012).

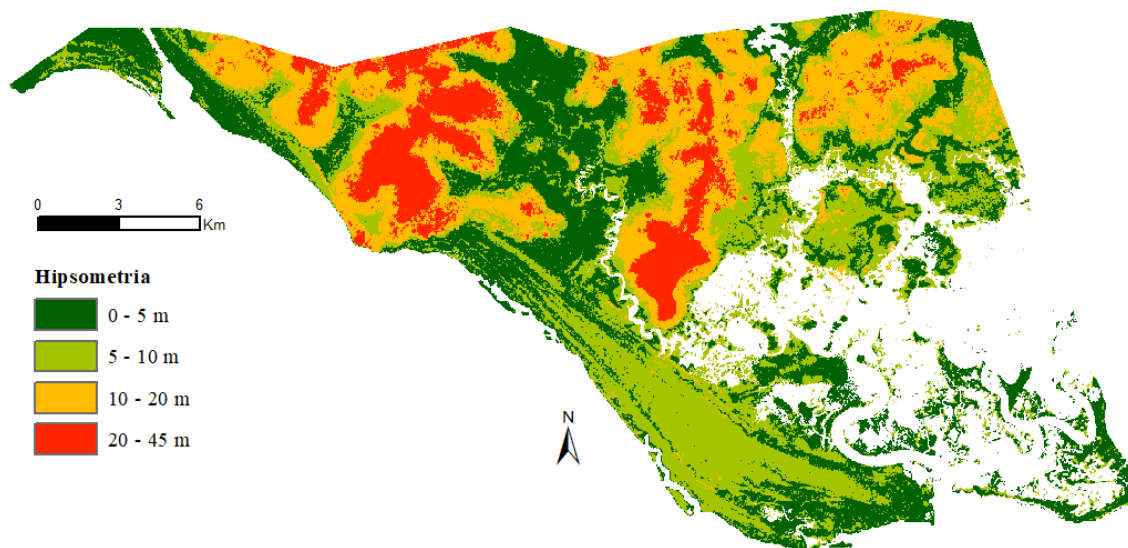


Figura 2.8 - Hipsometria (altitude) de Suzana. Fonte: Elaboração própria

Setores de costa

A costa de Suzana está dividida em quatro setores (Figura 2.9), a seguir caracterizadas:

- **Setor A (Cabo Roxo – Varela):** troço condicionado por sistemas de dunas e cordões arenosos fósseis; os cordões litorais arenosos fósseis são formados por areias finas e médias, enquanto as areias das dunas de Cabo Roxo são finas (De Carvalho, 1963). Este setor apresenta ilhas-barreira com orientação predominantemente paralela à linha de costa (Figura 2.9I) e, na parte central do setor, encontra-se cortada pela foz do Rio Sucudjaque, que nasce no Senegal, na embocadura da qual existe um banco de areia. A povoação de Nhiquim fica a menos de 400 metros linha de costa. Ao norte desta localidade e a cerca 690 metros da praia existe uma mineração de areias pesadas (zircão, turmalina, estauroлите etc), entretanto suspensa (Figura 2.9II). Na praia de Varela (entre Varela e Nhiquim), uma das maiores atrações turísticas do país, existem ruínas de um complexo hoteleiro construído na década de 1980 e que foi destruído pela erosão (Figura 2.9III).
- **Setor B (Varela):** este setor é caracterizado pela existência de uma arriba que se encontra atualmente em evolução como consequência de um processo de erosão acelerada em que se combinam os efeitos de desprendimento de terra com a remoção de detritos da base da arriba pela ação do mar (De Carvalho, 1963). A granulometria da areia neste setor apresenta variação irregular das medianas, que se pode atribuir à influência da alimentação de praias, dos detritos do desmoronamento da arriba e desagregação da

couraça arenito-ferruginosa que nele aflora (De Carvalho, 1963). A arriba, cuja altura atinge cerca de 10 metros, apresenta areias amarelo-avermelhadas e na sua base pode-se observar afloramento de laterite avermelhado, que mais ou menos cobre e descobre com a variação da maré. No topo da arriba existem segundas habitações a escassos metros da praia, estando estas sob risco de desmoronamento (Figura 2.9IV). A povoação de Varela localiza-se a mais ou menos a 500 m da linha de costa.

- Setor C (Varela – Djifunco): neste troço são encontrados essencialmente cordões arenosos fósseis e uma faixa de dunas de pequena altitude entre as povoações de Catão e Djifunco, com areias finas ou médias (De Carvalho, 1963). Existe uma cadeia de ilhas-barreira/canais com orientação predominantemente paralela à linha de costa (Figura 2.9V), com presença de pouco mangal. Na parte imediatamente acima observa-se que a cobertura predominante nas dunas é a savana arbórea, com grande presença da vegetação localmente conhecida por *tambacunda* (*Neocarya macrophylla*). A povoação mais próxima da linha de costa é Varela Madina localizada a menos de 500 metros.
- Setor D (Rio Bulol – Rio Cassu): localizado junto ao estuário do Rio Cacheu, apresenta um denso ecossistema de mangal, que ladeia as ramificações dos rios Bulol e Cassu, que meandram grande parte do interior e interligam-se com braços do Rio Ziguinchor (Senegal) ao norte. Segundo De Carvalho (1963), este setor corresponde a área com vasas, muitas vezes ocultas por areias claras dos cordões litorais arenosos e favorece a cultura de arroz, principal meio de subsistência da população local. Esta área é apresenta cotas muito baixas, e algumas aldeias localizam-se em áreas totalmente ilhadas por braços de rios: Djobel, Elalab, Elia, Arame (ver Figura 2.9).

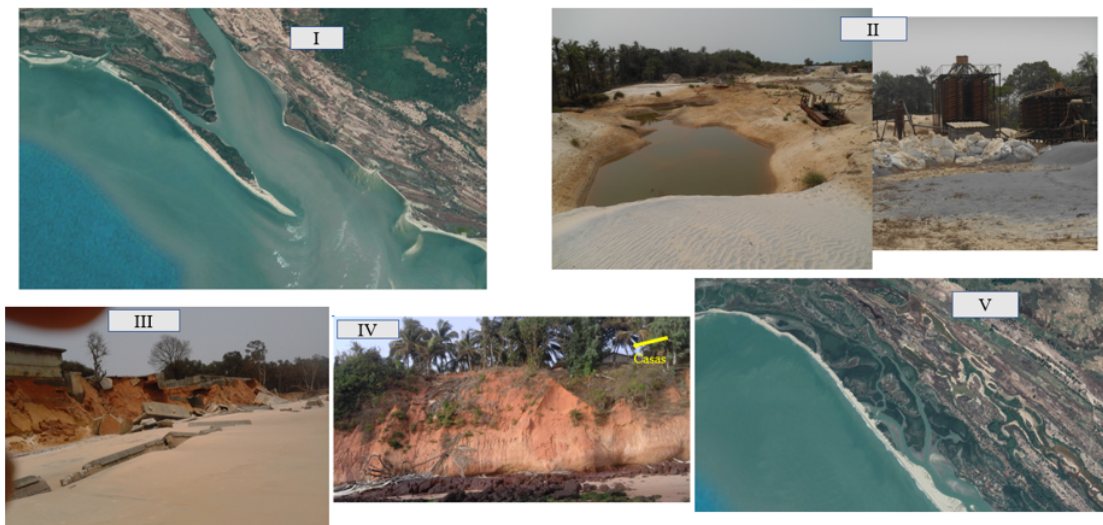
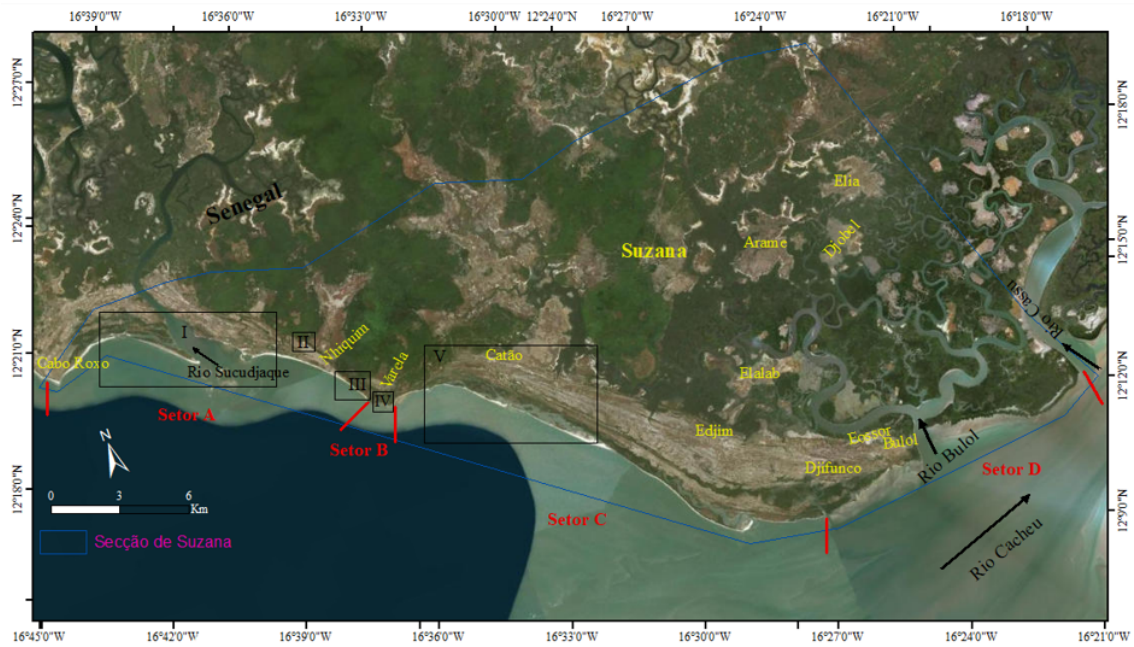


Figura 2.9 - Setores de costa de Suzana de acordo com o tipo de costa, uso e ocupação do solo; com detalhes de: I) ilhas-barreira no Setor A, II) local de mineração de areias pesadas, III) A – ruínas de complexo hoteleiro destruídos pela água do mar no norte de Varela, IV) segundas habitações no topo da arriba em Varela, e V) ilhas barreira no setor C

Capítulo 3

3 Metodologia

3.1 Seleção das áreas de estudo de caso

A zona costeira da Guiné-Bissau concentra a maior parte da população e atividades económicas, além de apresentar ricos ecossistemas. Ao mesmo tempo, as comunidades costeiras e seus bens enfrentam severas ameaças, particularmente riscos associados à ENM, como a erosão e inundação costeira (República da Guiné-Bissau, 2004, 2006; UICN e MDRA, 1992). Apesar disso, o PANA mostrou que faltam estudos que possam permitir compreender e lidar melhor com as alterações climáticas, o que motivou a escolha desta região para a realização deste trabalho. Entretanto, considerando os métodos usados, um estudo detalhado de toda a zona costeira seria impossível de realizar no âmbito desta tese, devido ao esforço e meios que requeria e ao tempo limitado para a conclusão da tese. Assim, e para melhor explorar o tema, optou-se por selecionar alguns locais que poderiam representar diversidade do ambiente costeiro com comunidades humanas na Guiné-Bissau, nomeadamente a zona continental e a zona insular, e assim trazer uma visão geral e/ou diversificada de risco e adaptação de comunidades costeiras. Após a recolha de informações preliminares a partir da literatura, incluindo documentos governamentais, e considerando a possibilidade da exequibilidade das tarefas e os meios financeiros necessários, foram selecionados três locais como áreas de estudo de caso: Bissau Bubaque e Suzana. A seleção das áreas baseou-se nos seguintes critérios:

- Efeitos negativos da erosão costeira e/ou da inundação costeira já afetam populações locais e seus bens;
- Algumas medidas de adaptação à erosão e/ou inundação costeira já são praticadas;
- Existência de alguns estudos/dados relacionados com alterações climáticas e ENM;
- Facilidade de acesso, incluindo transporte, despesas e condições de estadia do investigador;
- Existência e diversidade/quantidade de grupos de *stakeholders*

3.2 Métodos usados e justificação

A complexidade e incertezas que envolvem as alterações climáticas e ENM exigem múltiplas abordagens na investigação de riscos de impactos e estratégias de adaptação. Assim, é sempre importante integrar investigação interdisciplinar (conhecimento tanto de ciências naturais como

de ciências sociais) e investigação transdisciplinar (envolvendo *stakeholders*), para a melhor compreensão da natureza e magnitude dos riscos climáticos e seu reconhecimento como uma ameaça, assim como do processo de adaptação (Grothmann, 2014).

Esta tese combinou diferentes métodos de investigação quantitativos e qualitativos para avaliar riscos e medidas de adaptação à ENM para a Guiné-Bissau, caracterizando-se assim como um estudo de métodos mistos (Creswell, 2009; Johnson e Onwuegbuzie, 2004; Johnson, Onwuegbuzie e Turner, 2007; Paranhos *et al.*, 2016). A combinação de métodos quantitativos e qualitativos tem sido usada em estudos de alterações climáticas e ENM (e.g. Albert *et al.*, 2012; Fitchett *et al.*, 2016; Frazier, Wood e Yarnal, 2010; Robinson e Dornan, 2017; Tanyanyiwa e Kanyepi, 2015).

Com efeito, o desenvolvimento desta tese envolveu as seguintes etapas/tarefas, avaliando questões-chave relacionadas com os objetivos específicos da tese:

- 1) Avaliação da evolução da linha de costa – quantificação da taxa de evolução histórica da linha de costa num período de 41 anos (1976-2017) (Objetivo 1);
- 2) Avaliação de inundação – quantificação e cartografia do risco de inundação em cenários de ENM para diferentes períodos do Século XXI (Objetivo 2);
- 3) Análise da perceção de comunidades costeiras – recolha de opinião de *stakeholders* locais sobre alterações climáticas e ENM, os seus efeitos e medidas de adaptação (Objetivo 3);
- 4) Avaliação de adaptação – identificação, seleção e priorização de medidas para responder aos riscos de erosão e inundação costeira em cenários de ENM para diferentes horizontes temporais do século XXI (Objetivo 4).

A Etapa 4 foi desenvolvida em parte com base nas informações resultantes de todas as etapas anteriores, que foram fundamentais para tomada de decisão sobre seleção de medidas e sua priorização. Todas as etapas exigiram uma compilação de informações bibliográficas relativas ao tema e áreas de estudo e várias deslocações às áreas de estudos para coleta de dados e observação direta dos riscos de impactos da ENM e medida de adaptação praticadas.

A seguir, apresenta-se e discute-se, de forma resumida, os métodos potencialmente aplicáveis a cada etapa e justifica-se a escolha das que foram usadas. As descrições detalhadas dos

métodos e técnicas de coleta e análise de dados efetivamente usados nesta tese são apresentadas nos capítulos específicos a que se aplicam (capítulos 4 a 7), os quais estão organizadas em forma de artigos científicos. Também é apresentada a justificação do cenário de ENM usado.

3.2.1 Avaliação da evolução da linha de costa

A avaliação da evolução histórica da linha de costa enfrenta desafios metodológicos. Na avaliação é importante considerar fatores como a precisão espacial de dados, cobertura espacial e temporal e custo (Gens, 2010). As técnicas comumente usadas para medir e quantificar consistem em rastrear a posição da linha de costa através de várias fontes, incluindo mapas e cartas costeiras (e.g. Smith e Zarillo, 1990) medições do perfil da praia (e.g. Raju, Santosh e Chandrasekar, 2011; Smith e Zarillo, 1990; Turner *et al.*, 2016), fotografias aéreas (e.g. Faye *et al.*, 2008), ortofotomapas (e.g. Kerh, Lu e Saunders, 2014), imagens de satélite (e.g. Anthony *et al.*, 2015; Natesan *et al.*, 2015; Souza Filho, Farias Martins e Da Costa, 2006), sistema de monitorização por vídeo (e.g. Shin e Kim, 2015) ou combinações das diferentes técnicas (e.g. Barrette, 2000; Del Río, Gracia e Benavente, 2013; Faye, 2010; Fletcher *et al.*, 2003; Ford, 2012; Ford e Kench, 2015; Niang-Diop, 1995; Ponte Lira *et al.*, 2016; Thielert e Danforth', 1994; Zviely *et al.*, 2009). Muitas vezes a sobreposição de fontes em diferentes escalas de tempo permitem fazer a quantificação da evolução da linha de costa por longos períodos (Crowell, Leatherman e Buckley, 1993).

Mapas e cartas: as primeiras linhas históricas de costa são obtidas através de mapas e cartas e tendem a ser de longo prazo, uma vez que estas são produzidas com pouca frequência (Stockdonf *et al.*, 2002). Embora forneçam informações úteis sobre a linha de costa, são muito limitadas espacialmente porque muitos se restringem às áreas de portos ou linhas de transportes (Boak e Turner, 2005; Smith e Zarillo, 1990). Não foi possível obter dados desta natureza para as áreas de estudo.

Medições do perfil da praia: consiste tipicamente na recolha periódica (diária, mensal ou anual) de dados para medir a mudança da linha de costa (Smith e Zarillo, 1990), através de pontos de referência fixados ao longo da costa (Raju, Santosh e Chandrasekar, 2011). Apesar de poder fornecer informações com grande precisão da localização da linha de costa, apresentam limitações espaciais e temporais devido à intensidade do trabalho e os custos de deslocação ao terreno podem ser muito elevados (Boak e Turner, 2005; Stockdonf *et al.*, 2002). Esse método não é adequado para pesquisas realizadas em curtos intervalos de tempo, como o período de realização desta tese, pois a sazonalidade origina mudança da linha de costa a curto

prazo (Smith e Zarillo, 1990). Não foi usado neste estudo porque não forneceria informações sobre a evolução de longo período que se pretende obter deste estudo.

Fotografias aéreas: são as fontes de dados mais comuns usadas na avaliação da linha de costa e fornecem informações boas e precisas, apesar da sua cobertura espacial e temporal variar de local para outros (Baily e Nowell, 1996; Boak e Turner, 2005; Smith e Zarillo, 1990). Geralmente é necessário digitalizar as fotografias e georreferenciá-las (Boak e Turner, 2005; Moore, 2000), corrigindo o erro de distorção da sua aquisição (Gens, 2010). Considerando a disponibilidade das fotografias aéreas cobrindo um período mais ou menos longo das áreas de estudo, foi esta a técnica utilizada na tese (ver capítulo 4).

As imagens de satélite: têm sido usadas amplamente nas últimas décadas para a avaliação da evolução histórica da linha de costa e mostram-se como importantes dados para o monitorização a longo prazo do ambiente costeira (Gens, 2010). A sua grande vantagem está relacionada com a cobertura de grandes áreas e as informações espectrais detalhadas, enquanto a sua desvantagem está relacionada com a resolução e custos, que podem limitar o seu uso no tempo e no espaço (Boak e Turner, 2005). Existem algumas que são atualmente disponibilizadas gratuitamente e para uma extensa área costeira. Dada a cobertura da área de estudo por imagens de satélite nas últimas décadas, em que não existem fotografias aéreas na Guiné-Bissau, e a facilidade da sua obtenção de forma gratuita, foram combinadas com as fotografias aéreas para que se possa ter um período de evolução histórica da linha de costa mais longo (ver capítulo 4). A combinação das duas técnicas tem sido usada em casos similares, particularmente em países em desenvolvimento, dado que têm pouca cobertura de fotografias aéreas (e.g. Faye, 2010; Ford, 2012; Ford e Kench, 2015; Ié Có, 1994; Niang-Diop, 1995).

Ortofotomapas: cartas geográficas elaboradas a partir de fotografias aéreas verticais corrigidas geograficamente de modo a garantir a uniformidade de escala (Ortofotomapa, 2019). Constituem uma boa fonte para a avaliação da evolução da linha de costa (Kerh, Lu e Saunders, 2014) mas dependem da cobertura espaço-temporal, o que não existe para região da Guiné-Bissau.

Sistema de monitorização por vídeo: permite monitorar a evolução da linha de costa em escala temporal de segundos a anos e espacial de metros a quilómetros, através de câmaras digitais de alta resolução instaladas na costa (Shin e Kim, 2015). Sendo as câmaras fixadas, o método tem cobertura muito local, devido ao alcance das câmaras (Gens, 2010). Essa técnica não foi considerada para este estudo porque não há um sistema instalado na Guiné-Bissau.

Light Detection and Ranging (LiDAR): técnica que, através de GPS e laser, disponibiliza um extenso conjunto de dados topográficos de praia, altamente precisos e espacialmente densos,

possibilitando determinar objetiva e detalhadamente a posição da linha de costa (Stockdonf *et al.*, 2002). As vantagens dessa técnica estão relacionadas com a sua resolução espacial de alta precisão (Stockdonf *et al.*, 2002), mas é geralmente limitada pela disponibilidade temporal e espacial devido ao elevado custo (Boak e Turner, 2005). Estes dados não estão disponíveis para a Guiné-Bissau.

3.2.2 Avaliação de inundação

As abordagens frequentemente usadas para estimar risco de inundação nas condições presente e futuras podem ser agrupadas em duas categorias principais: 1) **modelo de inundação de superfície única** (método “bathtub”) e 2) **modelos hidrodinâmicos** (Hansen, 2016; Neumann e Ahrendt, 2013; Seenath, Wilson e Miller, 2016). O primeiro baseia-se na comparação da altura total da água com a elevação do terreno, para simular a inundação tanto nas condições presentes como futuras (McInnes *et al.*, 2013; Mcleod *et al.*, 2010; Schmid, Hadley e Waters, 2014; Seenath, Wilson e Miller, 2016). Assim, assume-se/pressupõe-se que os pontos de terreno correspondentes a altura da água serão inundadas (DNREC, 2012; McInnes *et al.*, 2013; Neumann e Ahrendt, 2013). Uma vez que a área de inundação é determinada, pode-se determinar riscos socioeconómicos com base em dados como população, infraestruturas, indústria, entre outros (Heberger *et al.*, 2009; Seenath, Wilson e Miller, 2016; Strauss *et al.*, 2012). A abordagem bathtub é simples e eficiente (Hansen et al 2016), com desempenho quase tão bom quanto modelos mais complexos (Teng *et al.*, 2015), pouco dispendioso e de avaliação rápida do risco de inundação. Pode ser usado em escalas global, regional ou local e fornece informações úteis para comunidades costeiras, tomadores de decisão e outros *stakeholders* (Mcleod *et al.*, 2010). As limitações do modelo estão relacionadas com o fato de assumir uma linha de costa estática, não tomando em consideração os fatores biofísicos (e.g. vegetação) e socioeconómicos (e.g. construção de estruturas de proteção costeira) e *feedback* entre estes que influenciam o fluxo/propagação e direção da água, o que poderá em alguns casos resultar na superestimação da inundação (Cooper, Beevers e Oppenheimer, 2008; DNREC, 2012; Marcy *et al.*, 2011; Mcleod *et al.*, 2010; Murdukhayeva *et al.*, 2013; Seenath, Wilson e Miller, 2016). Por isso, os resultado devem ser interpretados com muito cuidado antes da tomada de decisão das estratégias e medidas de adaptação (Mcleod *et al.*, 2010). Este foi selecionado para ser usado nesta tese (detalhes no capítulo 5).

Os modelos hidrodinâmicos são modelos matemáticos que tentam replicar o movimento de fluido, simulando o movimento da água através da resolução de equações formuladas pela

aplicação das leis físicas (Teng *et al.*, 2017). Esses complexos modelos contemplam, além de topografia e altura do nível da água, vários fatores que podem potencialmente influenciar o fluxo da água, tais como atrito do terreno, batimetria, barreiras naturais e artificiais, conectividade hidráulica, entre outros (Bates *et al.*, 2005; Nielsen *et al.*, 2005; Seenath, Wilson e Miller, 2016; Wadey *et al.*, 2015). A desvantagem desses modelos é a sua complexidade (Hansen, 2016), devido à quantidade de dados necessários. Além disso, a obtenção de alguns dados (e.g. batimetria) pode ter custos elevados e a simulação requer treino especializado. Geralmente é também necessário um longo tempo de execução da simulação (Seenath, Wilson e Miller, 2016). A quantidade e qualidades de dados que os modelos hidrodinâmicos requerem não estão disponíveis para áreas de estudo e não poderão ser coletados no período desta tese. Por esta razão os modelos hidrodinâmicos não foram usados nesta tese.

3.2.3 Análise da percepção de comunidades costeiras

A recolha de opinião de *stakeholders* é geralmente feita através do inquérito. O inquérito trata-se de um método que permite ao investigador obter, junto de *stakeholders*, dados primários sobre um determinado fenómeno (Kothari, 2004). A sua aplicação pode ser conduzida através de vários instrumentos, sendo as mais frequentes o guião de entrevista e o questionário (Ferrão e Gonçalves, 2010; Maciel, Nunes e Claudino, 2014; Quivy e Van Campenhoudt, 1998).

Entrevista envolve a apresentação de questões e obtenção de respostas em termos verbal/oral, geralmente suportado por um guião de entrevista (Ferrão e Gonçalves, 2010; Kothari, 2004). Trata-se de um diálogo em que o investigador busca recolher dados e o inquirido apresenta-se como fonte de informação. Geralmente o investigador faz o registo através de anotações ou gravação (Veiga e Gondim, 2001). É comumente utilizada a entrevista pessoal ou entrevista por telefone (Kothari, 2004) e pode ser realizada de forma individual ou em grupo (e.g. *focus group*) (Fontana e Frey, 1994). Apesar de geralmente permitir a obtenção de mais informações e com maior profundidade (Kothari, 2004; Quivy e Van Campenhoudt, 1998; Veiga e Gondim, 2001), pode consumir muito tempo durante sua aplicação e análise e assim como ter custos elevados, sobretudo quando as amostras são grandes (Kothari, 2004). Devido a limitação do tempo e de meios, esta técnica não é aplicada nesta tese.

Um **questionário** “consiste numa série de questões impressas ou digitais numa ordem definida num formulário ou conjunto de formulários (Kothari, 2004, p. 100). O questionário pode ser de administração direta, quando o próprio inquirido regista as respostas e de administração indireta, quando é o próprio investigador/ inquiridor que preenche em função das respostas do

inquirido (Amaro, Póvoa e Macedo, 2005; Ferrão e Gonçalves, 2010; Quivy e Van Campenhoudt, 1998). O questionário pode ser de tipo aberto, que utiliza perguntas de resposta aberta, permitindo ao inquirido construir a resposta com as próprias palavras; de tipo fechado, que utiliza perguntas de resposta fechada, em que o inquirido apenas seleciona as opções de entre as apresentadas; ou de tipo misto, com ambas perguntas abertas e fechadas (Amaro, Póvoa e Macedo, 2005). Antes da sua aplicação, o questionário deve ser testado previamente de modo a detetar e corrigir as possíveis deficiências (Quivy e Van Campenhoudt, 1998).

Como limitações do questionário, destacam-se a dificuldade e morosidade de conceção, pois exige consideração de uma variedade de parâmetros (e.g. a quem se vai aplicar, o tipo de questões a incluir, o tipo de respostas que se pretende) (Amaro, Póvoa e Macedo, 2005). Além disso, pode haver uma elevada taxa de não-resposta/recusa em responder, sobretudo quando aplicado online (Maciel, Nunes e Claudino, 2014), quando não for de utilidade para o inquirido (Amaro, Póvoa e Macedo, 2005), ou quando as perguntas são indiscretas (Quivy e Van Campenhoudt, 1998). No entanto, permite a sistematização de respostas e facilidade de análise, reduz tempo de recolha e análise de dados e geralmente apresenta custos relativamente baixos (Amaro, Póvoa e Macedo, 2005) e a possibilidade de quantificar e proceder numerosas análises estatísticas dos dados (Maciel, Nunes e Claudino, 2014; Quivy e Van Campenhoudt, 1998). Estas vantagens do questionário, adicionado ao fato de facilitar comparações através de análises estatísticas, justificaram a opção por seu uso nesta tese, em formato impresso e com perguntas abertas e fechadas (Capítulos 6).

3.2.4 Avaliação de adaptação

Vários métodos têm sido desenvolvidos para avaliar adaptação de curto a longo prazo, considerando incertezas das alterações climáticas. Os métodos mais comuns e que podem ser aplicados em zonas costeiras incluem Caminhos de Adaptação (Adaptation Pathways), Adaptação Baseada nos Ecossistemas (Ecosystem-Based Adaptation), Diversificação de Meios de Subsistência (Livelihoods Diversification), Adaptação baseada no risco (risk-based approaches), Tomada de Decisão Robusta (Robust Decision Making), Formulação de políticas adaptativas (Adaptive Policymaking) e Caminhos Dinâmicos da Política Adaptativa (Dynamic Adaptive Policy Pathways) (e.g. UNCCS, 2019; Walker, Haasnoot e Kwakkel, 2013). Algumas abordagens apresentam muitas similaridades ou se sobrepõem em certos aspetos e muitos podem ser usados de forma combinada.

Caminhos de adaptação refere-se à estratégia de decisão que implica uma visão para se adaptar aos riscos das alterações climáticas, através de uma sequência de etapas gerenciáveis ao longo do tempo, desencadeadas por alterações de condições ambientais (Barnett *et al.*, 2014). Este método é orientado para a construção de políticas de adaptação que permitem lidar com as incertezas das alterações climáticas (Zandvoort *et al.*, 2017), pois sua principal característica consiste em considerar múltiplos futuros possíveis e prever reajustes de planos à medida que as condições alteram (Bloemen *et al.*, 2018). O desenvolvimento de um caminho de adaptação implica sempre a análise de *Tipping Points* - Pontos de Viragem (Buurman e Babovic, 2016; Haasnoot *et al.*, 2014; Ramm *et al.*, 2017; Vizinho *et al.*, 2017), que avaliam quando uma determinada estratégia ou medida de adaptação deixará de cumprir os seus objetivos considerando as tendências e projeções climáticas e quando nova estratégia ou medida será necessária. Desta forma os Caminhos de adaptação produzem uma visão geral e clara sobre adaptação a longo prazo através de rotas alternativas ou mapas que representam o nível de desempenho das medidas com o tempo (Walker, Haasnoot e Kwakkel, 2013). Na prática, dada a complexidade do processo de adaptação a longo prazo, a construção de caminhos de adaptação é realizada com a participação de *stakeholders* (Buurman e Babovic, 2016; UNCCS, 2019). Este método foi considerado nesta tese (Capítulo 7) e *stakeholders* foram envolvidos através da aplicação do inquérito por questionário, que serviu para a identificação de medidas de adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de ENM (ver Capítulo 6) e realização de workshops, para a priorização das medidas de adaptação (ver Capítulo 7).

Adaptação Baseada nos Ecossistemas é uma solução baseada na natureza que integra o uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos como estratégia geral de adaptação aos impactos das alterações climáticas, principalmente nas comunidades rurais pobres que frequentemente dependem diretamente dos serviços de ecossistemas (SCBD, 2009; UNCCS, 2019). Esta concentra-se no fortalecimento da resiliência dos ecossistemas, incluindo a sua integridade e saúde, ajudando as comunidades a adaptarem-se aos impactos atuais e esperados das alterações climáticas (Vignola *et al.*, 2015). No entanto, esta abordagem apresenta algumas limitações práticas, como falta de compreensão sobre a estrutura, produtividade e dinâmica dos ecossistemas, e como estes são afetados pelas alterações climáticas e outros stressantes antropogénicos diretos, informações raramente disponíveis nos países em desenvolvimento (Nalau, Becken e Mackey, 2018), particularmente em áreas onde a assistência técnica é limitada ou inexistente (Vignola *et al.*, 2015). Outras limitações são os custos de conceção, manutenção e a intensidade do trabalho necessário (Martinez Rodriguez *et al.*, 2017). Em termos de custo e

efetividade, é mais adequado em ambientes rurais do que urbanos (Cartwright *et al.*, 2013; SCBD, 2009). Por exemplo, a aplicação da adaptação baseada nos ecossistemas envolve a aquisição e o restauro de habitats (e.g. estuários, florestas, prados e zonas ribeirinhas), que geralmente são mais degradados e com custos de aquisição e proteção da terra mais elevados em áreas urbanas do que em áreas rurais (Cartwright *et al.*, 2013). Em zonas costeiras urbanas, embora a adaptação baseada nos ecossistemas possa ser aplicada em certos casos (e.g. plantação de árvores para reduzir erosão e inundação), geralmente estruturas rígidas são mais requeridas (e.g. paredes e diques) (SCBD, 2009), o que está associado à falta de espaço nestas áreas. Esta abordagem não é usada, sendo que esta tese abrange áreas urbanas, e em algumas partes o método não seria adequado devido a estruturas rígidas existentes ou necessidade da sua construção para defesa costeira.

Diversificação dos Meios de Subsistência é definida como o processo pelo qual as famílias rurais constroem um portfólio diversificado de atividades e recursos de apoio social, a fim de sobreviver e melhorar os seus padrões de vida (Ellis, 1998). Esse método objetiva-se a permitir às pessoas diversificarem a sua economia, mudando e/ou criando fontes adicionais de renda. Com efeito, fornecem um conjunto de opções com base na abordagem *bottom-up* (UNCCS, 2019). Em países em desenvolvimento, a diversificação de meios de subsistência rural tem-se concentrado na discussão sobre redução da pobreza. Geralmente a solução passa pela necessidade de mudanças nos campos, através da agricultura mista ou desenvolvimento de indústrias não agrícolas de base rural (Ellis, 2000). Por se focar essencialmente a nível familiar e pobres rurais, não se adequa a este estudo.

Adaptação Baseada no Risco procura oferecer conceitos úteis e algoritmos detalhados para lidar com a incerteza, e traçar políticas adaptativas de baixo arrependimento e que teriam melhores recompensas possíveis (Cox Jr, 2012). Ganhou notabilidade entre muitos tomadores de decisão por se basear em critérios de eficiência económica que apoiam a busca de resposta robusta às circunstâncias incertas (Yohe e Leichenko, 2010). Esta abordagem tenta gerir e minimizar a incerteza de maneira a transformá-la em riscos calculáveis que permitem uma gestão racionalizada através da análise de custo-benefício (Kuklicke e Demeritt, 2016). Dando ênfase na otimização da alocação de recursos e na padronização da tomada de decisões administrativas, esta abordagem apresenta pouca reflexividade e racionalidade em face da incerteza (Kuklicke e Demeritt, 2016) que é omnipresente em relação às alterações climáticas e seus impactos (Yohe e Leichenko, 2010). Além disso, nem sempre os dados necessários para a tomada de decisão estão disponíveis (e.g. custos de adaptação) (Yohe e Leichenko, 2010). Por limitações sobre dados de custos financeiros, esta abordagem não foi considerada.

Formulação de políticas adaptativas é uma abordagem teórica que descreve um processo de planejamento com diferentes tipos de ações e orientações para monitorar para ver se é necessária uma adaptação (Haasnoot *et al.*, 2013). A abordagem leva em consideração a incerteza e dinâmica do problema e as políticas devem por isso ser ajustadas à medida que as circunstâncias mudam e novas informações estejam disponíveis no futuro (Walker, Haasnoot e Kwakkel, 2013). A política envolve executar apenas as ações necessárias agora e institucionalizar um processo de aprendizagem e ação posterior (Walker, Haasnoot e Kwakkel, 2013). Assim, esta abordagem mostra-se centrada no presente e pode negligenciar a adaptação a longo prazo, por isso não é usada nesta tese.

Tomada de Decisão Robusta é uma abordagem participativa com um conjunto de métodos e ferramentas baseados em modelos que suportam a tomada de decisão sob incerteza profunda e é usada para produzir um plano estático e robusto (Haasnoot *et al.*, 2013). Portanto, este método determina a robustez das alternativas de planejamento para condições futuras profundamente incertas e facilita os tomadores de decisão na seleção das promissoras soluções candidatas (Kasprzyk *et al.*, 2013). O método descreve as etapas necessárias para a identificação de vulnerabilidades e compromissos, mas não fornece orientação sobre como lidar com elas no (re)desenhar de uma estratégia, ou seja, desenvolve planos estáticos em vez de adaptativos (Kwakkel, Haasnoot e Walker, 2016), e por isso não é aplicado nesta tese.

Caminhos Dinâmicos da Política Adaptativa é um método para a tomada de decisões sob profunda incerteza, desenvolvida por Haasnoot e colegas (2013), através da combinação de Formulação de Políticas Adaptativas e Caminhos de Adaptação, para aproveitar dos pontos fortes de ambos. Este método explora uma ampla variedade de incertezas relevantes de uma forma dinâmica, conecta metas de curto prazo e longo prazo, identifica ações de curto prazo e mantém as opções abertas para o futuro. Essa abordagem integrada compreende várias etapas, as quais se pode resumir em quatro princípios-chave (Haasnoot *et al.*, 2013, p. 496): 1) uso de cenários transitórios que representam uma variedade de incertezas relevantes e seu desenvolvimento ao longo do tempo; 2) ações preventivas e corretivas para lidar com vulnerabilidades e oportunidades; 3) vários caminhos de adaptação que descrevem sequências de ações promissoras; e 4) um sistema de monitorização com ações relacionadas para manter o plano no caminho preferido. É uma ferramenta de tomada de decisão complexa e sua implementação é difícil e atualmente limitada (Kim e Chung, 2017). Além de ainda pouco aplicado, a complexidade deste método poderia comprometer o cronograma da tese, por isso não foi considerado.

3.2.5 Cenários da elevação do nível do mar

O valor da futura ENM depende do cenário climático usado na projeção. Como mencionado no Capítulo 1, esta tese considerou o cenário pessimista das quatro famílias de RCP, o RCP8.5, nos seus limites superiores, por princípios de precaução e de prevenção. Sabe-se que historicamente as emissões globais de CO₂, principal GEE, têm seguido o cenário RCP8.5 (Fuss *et al.*, 2014) e que continuam a aumentar mesmo após o recente maior acordo climático (Acordo de Paris 2015) para a estabilização de emissões globais de GEE (BP, 2018; IEA, 2019; Le Quéré *et al.*, 2017). Aliás, existindo incertezas sobre a futura ENM, nível mais elevada e impactos mais intensos não podem ser descartados, pois a sua ocorrência resultaria na inundação de grandes áreas e percas socioeconómicas elevadas. Daí que a consideração dos limites superiores do RCP 8.5 é particularmente importante em termos de fornecimento de informações sobre riscos de impactos da ENM resultante do aquecimento global (World Bank, 2014), assim como para sensibilizar as populações e decisores.

Do Capítulo 1, ficou evidente que a ENM não será uniforme no espaço e no tempo por influências de diversos fatores regionais/locais. Isso torna importante a consideração de projeções regionais e/ou locais em estudos de risco e adaptação costeiras. Na falta de dados locais, esta tese usou projeções relativas da ENM de Jevrejeva e colegas (2016) para a cidade de Conacri – capital da República da Guiné, considerando os limites superiores (probabilidade de 95%) do RCP8.5 – 0,34 m para 2041; 1,22 m para 2083; e 1,95 m para 2100 – para a avaliação de inundação (Capítulo 5) e de adaptação à erosão e inundação (Capítulo 7). Conacri é o local mais próximo e com costa contígua à da Guiné-Bissau com projeções disponíveis. Além disso, apresenta plataforma continental muito similar à da Guiné-Bissau em termos de largura e de batimetria (Diop, 1990; Goussard e Ducrocq, 2014).

Capítulo 4

4 Avaliação da evolução da linha de costa na Guiné-Bissau

Resumo

A avaliação da evolução da linha de costa pode fornecer informações importantes para projetar a futura posição de linha de costa e para a conceção e implementação de medidas de adaptação à erosão costeira. Este capítulo combinou fotografias aéreas e imagens de satélite de média e alta resoluções para quantificar a evolução da linha de costa num período de 41 anos (1976-2017) em Suzana, Guiné-Bissau. Bissau e Bubaque não foram incluídas neste capítulo devido à falta de dados e/ou aparente estabilidade da totalidade da linha de costa observada das análises preliminares dos dados existentes. Em Suzana, a taxa de evolução no período de 41 anos variou de $-18,23 \pm 0,5$ m/ano a $14,68 \pm 0,5$ m/ano, com uma média de $-0,40 \pm 0,5$ m/ano (tendência no sentido de estabilidade). Os setores mais erosivos da costa localizam-se a Noroeste e Sul da vila de Varela, enquanto que a acreção é maior no setor entre as aldeias de Catão, Edjim e Djifunco. Os efeitos mais notáveis da erosão são a destruição de complexo hoteleiro em Varela e na destruição de ecossistemas e bolanhas (terras agrícolas). Se a erosão continuar a ocorrer na localização e proporção atual e sem medidas de adaptação, a vila de Varela e aldeia de Nhiquim poderão ser destruídas em menos de 30 anos.

Palavras-chave: erosão costeira, acreção, Secção de Suzana, Guiné-Bissau

4.1 Introdução

As zonas costeiras são altamente dinâmicas, ocorrendo mudanças a diferentes escalas temporais e espaciais (Ponte Lira *et al.*, 2016). A linha de costa, entendida como a interface entre a terra e o mar, muda continuamente de forma e posição devido à dinâmica das condições ambientais, apresentando-se no estado de erosão (a linha de costa recua para a terra), equilíbrio (a linha de costa é geralmente estável) ou acreção (a linha de costa avança para o mar) (Salghuna e Bharathvaj, 2015). A mudança da posição da linha de costa é geralmente resultado da combinação de fatores naturais (e.g. tempestades, ondas, marés, correntes, elevação do nível do mar) e fatores antrópicos (e.g. construção de barragens e outras infraestruturas costeiras), que promovem a remoção, o transporte e a deposição de sedimento, alterando assim a sua configuração e posição (Hapke, Kratzmann e Himmelstoss, 2013; Le Cozannet *et al.*, 2014; Mangor *et al.*, 2017; Prasetya, 2007; Salghuna e Bharathvaj, 2015).

A nível mundial, estudos indicam que a forma de mudança de linha de costa prevalecente é a erosão (Bird, 1981; Brown, Barton e Nicholls, 2016), embora haja casos locais em que a acreção predomine (e.g. Appeaning Addo, 2015; Ford e Kench, 2015). Um estudo recente da morfodinâmica costeira mundial num período de 32 anos (1984-2015) revelou que a superfície de terra costeira erodida é duas vezes maior que a que é ganha e sugere uma futura aceleração

da erosão pela ENM e eventos extremos mais frequentes provocados pelas alterações climáticas (Mentaschi *et al.*, 2018).

Em todo o mundo, a erosão tem causado danos a pessoas, propriedades e ecossistemas costeiros (Kumaravel *et al.*, 2012; Prasetya, 2007) e os custos socioeconómicos têm aumentado à medida que se verifica maior concentração da população na costa (Kumaravel *et al.*, 2012). Estima-se que tanto impactos físicos como socioeconómicos da erosão costeira aumentem significativamente com a futura ENM associadas às alterações climáticas, ameaçando particularmente os pequenos estados insulares (Hinkel *et al.*, 2013).

Face à crescente ocupação e concentração de população e propriedades na zona costeira (Neumann *et al.*, 2015) e na evidência de que a futura elevação acelerada do nível do mar terá contribuição cada vez maior na mudança de linha de costa (Dean e Houston, 2016; Gornitz, 1991), tornam importante o estudo da evolução da linha de costa, para disponibilizar informações que apoiem os decisores de políticas de planeamento costeiro de longo prazo e a adoção de medidas de adaptação apropriadas.

A zona costeira da Guiné-Bissau apresenta ecossistemas de grande interesse e importância ecológica a socioeconómica e alberga uma grande parte da população. A densidade populacional na área costeira, até 25 km da linha de costa para o interior aumentou, cresceu de 9 habitantes por km² em 1950 para 60 habitantes por km² em 2008 (UEMOA, 2010, p. 87). A erosão costeira é reconhecida como uma das maiores ameaças à zona costeira da Guiné-Bissau e tem chamado a atenção nas localidades como praia de Varela, Ilha de Bubaque e ilha de Maio (e.g. República da Guiné-Bissau, 2006; UNESCO/COI, 2012). Este fenómeno tem sido associado entre outras causas à ENM e atividades antrópicas (CILSS, 2016). No entanto, existem poucos trabalhos científicos sobre a evolução da linha de costa no país. Em Suzana, foram realizados alguns trabalhos de quantificação da evolução da linha de costa junto da aldeia de Varela, cobrindo setores de costa com extensão não superior a 8 km dos 51,3 km (ACCC, 2012; CILSS, 2016; LNEC, 2011). A quantificação da evolução da linha de costa por períodos mais longos e cobrindo toda a extensão costeira de Suzana é necessária para melhor compreender a sua dinâmica e perspetivar possíveis efeitos.

Este estudo quantificou a taxa de evolução da linha de costa em Suzana, Guiné-Bissau, nas últimas quatro décadas, realçando quais os troços que atualmente se encontram em erosão, os que se encontram estáveis e os troços em acreção (crescimento). Esta quantificação permite identificar pontos mais sensíveis de erosão, permitindo alertar o governo e as populações para este risco e permitindo no futuro desenvolver ações de adaptação (ver Capítulo 7). A área costeira avaliada tem uma extensão de aproximadamente 37,2 km dos cerca de 51,3 km totais

da linha de costa, e compreende a costa aberta ao oceano e com fotografias aéreas disponíveis e mudança de linha de costa detetável. Bissau não foi incluída neste capítulo porque face às análises preliminares de fotografias aéreas e imagens de satélite a totalidade da linha de costa aparenta estar estável, e também porque o investigador conhece e vive na cidade há muitos anos e observou que a linha de costa tende a ser estável. Bubaque não foi incluída porque estavam disponíveis para esta área apenas fotografias aéreas de 1976 e em más condições de visualização para a deteção da linha de costa, particularmente para zona da cidade de Bubaque. Observações de imagens de satélite para períodos recentes não evidenciaram mudanças significativas na linha de costa.

4.2 Metodologia

No presente trabalho, a evolução da linha de costa foi avaliada utilizando combinações de fotografias aéreas e imagens de satélite de diferentes anos entre 1976 e 2017 (Tabela 4.1). As fotografias não ortogonalizadas dos anos 1976 e 1989, do Institut Géographique National (IGN) da França e disponibilizadas para este estudo pelo extinto Instituto de Investigação Científica Tropical de Portugal (IICT), foram agrupadas em mosaico (com recurso ao software Photoshop®) e este foi depois georreferenciado, utilizando o procedimento descrito em Ponte Lira e colegas (2016), tendo como base cartográfica o *World Imagery* providenciado pelo software ArcMap® da ESRI.

Na quantificação da evolução da linha de costa a seleção de um indicador que possa ser identificado nas imagens e que reflita adequadamente a posição da linha de costa é fundamental (Ferreira *et al.*, 2006; Ponte Lira *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2014). Neste trabalho, após a georreferenciação das imagens, procedeu-se à vectorização da linha de costa usando o indicador base da duna materializado pela presença de vegetação (Ponte Lira *et al.*, 2016), que é relativamente fácil de identificar nas fotografias aéreas e nas imagens de satélite (Figura 4.1A). Uma das vantagens de limite de vegetação como indicador de mudança de linha de costa é o fato de que a vegetação responde de forma lenta à erosão ou acreção (meses ou anos), apresentando-se assim como um indicador independente de variações de curto-prazo (e.g. ondas, marés) (Zarillo, Kelley e Larson, 2008). Esse indicador tem sido usados em vários estudos em todo o mundo para digitalizar a linha de costa, por exemplo, na costa da África Ocidental (Faye, 2010), nos Camarões (Ellison e Zouh, 2012), em Portugal (Ferreira *et al.*, 2006; Ponte Lira *et al.*, 2016), nos EUA (Coward, Corbett e Walsh, 2011; Moore e Griggs, 2002;

Priest, 1997), no Vietname (Tran Thi *et al.*, 2014; Trépanier, Dubois e Bonn, 2002), em Quiribáti (Biribo e Woodroffe, 2013), nas Ilhas Marshall (Ford, 2012; Ford e Kench, 2015), no Brasil (Souza Filho, Farias Martins e Da Costa, 2006). A vectorização da posição da linha de costa nas datas mais recentes foi realizada seguindo o mesmo processo anteriormente referido, mas a base cartográfica utilizada foram imagens de satélite de média resolução do ano 1999 e de alta resolução do ano 2017 (ver Tabela 4.1), sendo os únicos meios disponíveis para realizar esta pesquisa devido à falta de fotografias aéreas mais recentes. Todos os dados geográficos foram convertidos para um datum comum: o sistema de coordenadas projetadas WGS 84/UTM zone 28N.

Tabela 4.1 - Caracterização de dados usados na avaliação da evolução da linha de costa

Tipo/dados/imagem	Data de aquisição	Origem	Escala/resolução
Fotografia aérea	1976	IGN França	1:100.000
Fotografia aérea	11/12/1989	IGN França	1:50.000
Imagem Landsat	06/12/1999	Earthexplorer	30m/pansharp 15m
Imagem Sentinel-2	18/05/2017	ESA - Copernicus	10 m

No total, quatro linhas de costa, para os anos de 1967, 1989, 1999 e 2017, foram digitalizadas. Após a identificação da posição da linha de costa em diferentes períodos, a quantificação da evolução da linha de costa foi realizada usando duas aplicações do ArcGIS: o *Digital Shoreline Analysis System* (Thieler *et al.*, 2009) e *Coastline Change Mapper* (Psuty *et al.*, 2010). Para o efeito, foi criada uma linha de base a partir da qual foi gerado um conjunto de transectos com espaçamento de 20 metros, perpendiculares à linha de costa (Figura 4.1B). A taxa de evolução foi calculada utilizando o rácio entre a diferença na posição da linha de costa dos dois períodos considerados e o número de anos considerado em cada período. Foram considerados para o cálculo das taxas de evolução os seguintes períodos de anos: 1976-1989, 1976-1999 e 1976-2017.

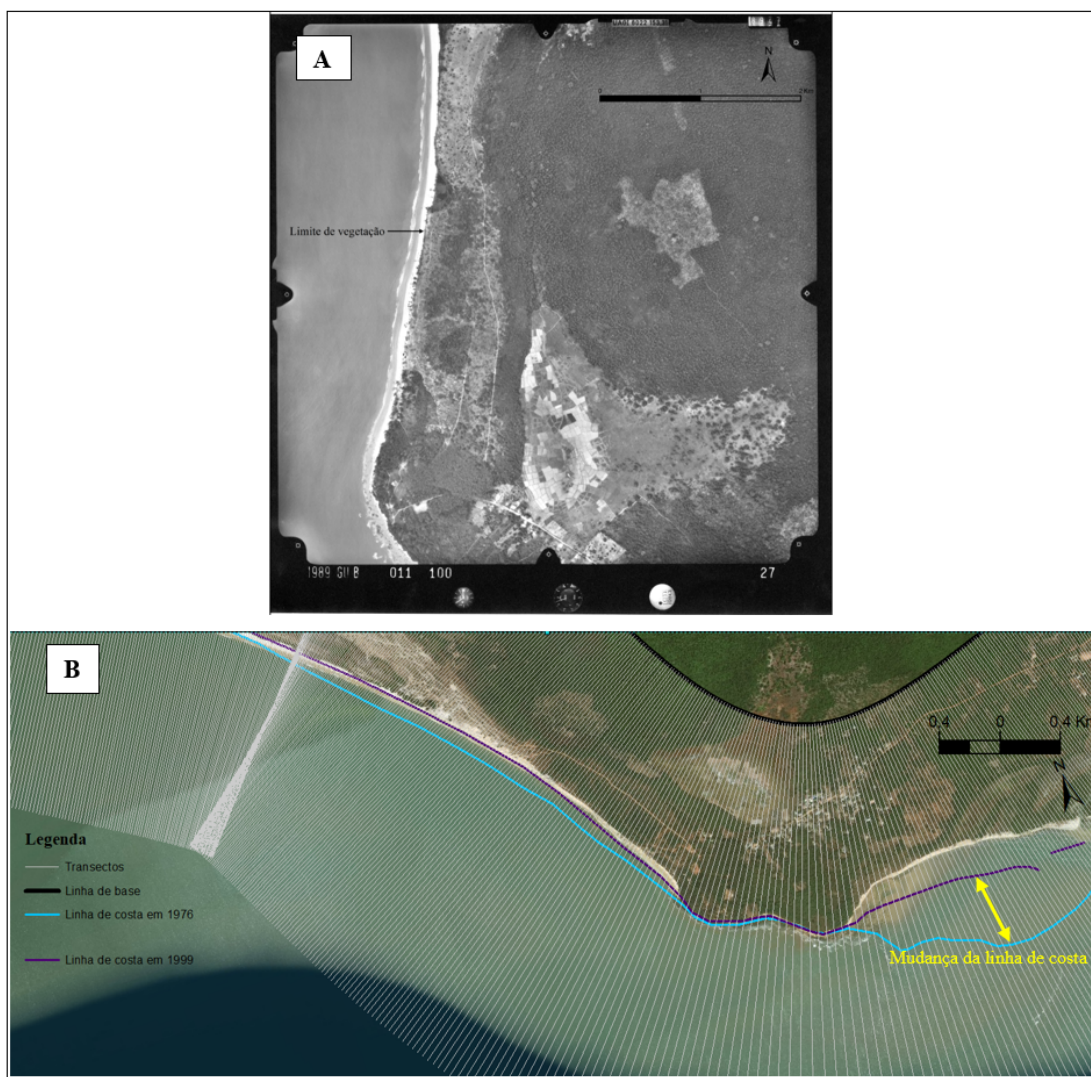


Figura 4.1- Exemplo de uma fotografia aérea digitalizada e análise da linha de costa. A – Limite de vegetação costeira em fotografia de 1989; B - exemplo de transectos com linha de base e linhas de costa em 1976 e 1999. (Fonte: Elaboração própria)

Segundo Ponte Lira e colegas (2016), a incerteza da posição da linha de costa foi calculada considerando três fontes de erros: digitalização, resolução e retificação. A incerteza total para o cálculo das taxas de evolução neste trabalho foi estimada em $\pm 1,5$ m para o período de 1976-1989, $\pm 1,2$ m para 1976-1999 e $\pm 0,5$ m para 1976-2017 (Tabela 4.2). Isso significa que em cada período considerado as seções de costa em que as taxas de evolução de linha de costa se situam dentro do erro total podem ser consideradas estáveis (mudanças não significativas ou dentro da margem de erro). As seções com taxas inferiores ao erro estão em erosão e as seções com taxas superiores ao erro estão em acreção.

Tabela 4.2 - Erro estimado por ano (m) e por período (m/ano)

Período	Ano	Erro				
		Fonte			Total por ano (m)	Total por período (m/ano)
		Digitalização (m)	Resolução (m)	Retificação (m)		
1976-1989	1976	10	2,5	10	14,4	±1,5
	1989	7	1	10	12,2	
1976-1999	1976	10	2,5	10	14,4	±1,2
	1999	15	15	10	23,5	
1976-2017	1976	10	2,5	10	14,4	±0,5
	2017	10	10	5	15	

4.3 Resultados e discussão

A natureza não continuada do indicador utilizado e a cobertura incompleta das fotografias aéreas de 1989 disponíveis, não permitiram a cobertura contígua na digitalização da linha de costa, tendo-se verificado interrupções nas quatro linhas digitalizadas (Figura 4.2), impossibilitando a quantificação da evolução em alguns trechos. A análise da evolução histórica da linha de costa a partir das linhas digitalizadas revelou mudanças significativas nos diferentes períodos analisados (Figura 4.3; Tabela 4.3). A taxa de evolução varia de $-27,73 \pm 1,5$ m/ano a $52,60 \pm 1,5$ m/ano no período de 1976-1989; enquanto que para o período de 1976-1999 a taxa de mudança varia de $-21,82 \pm 1,2$ m/ano a $23,49 \pm 1,2$ m/ano; para o total de 41 anos (1976-2017), a taxa varia de $-18,23 \pm 0,5$ m/ano a $14,68 \pm 0,5$ m/ano (Figura 3.6).



Figura 4.2 – Localização da linha de costa em diferentes anos

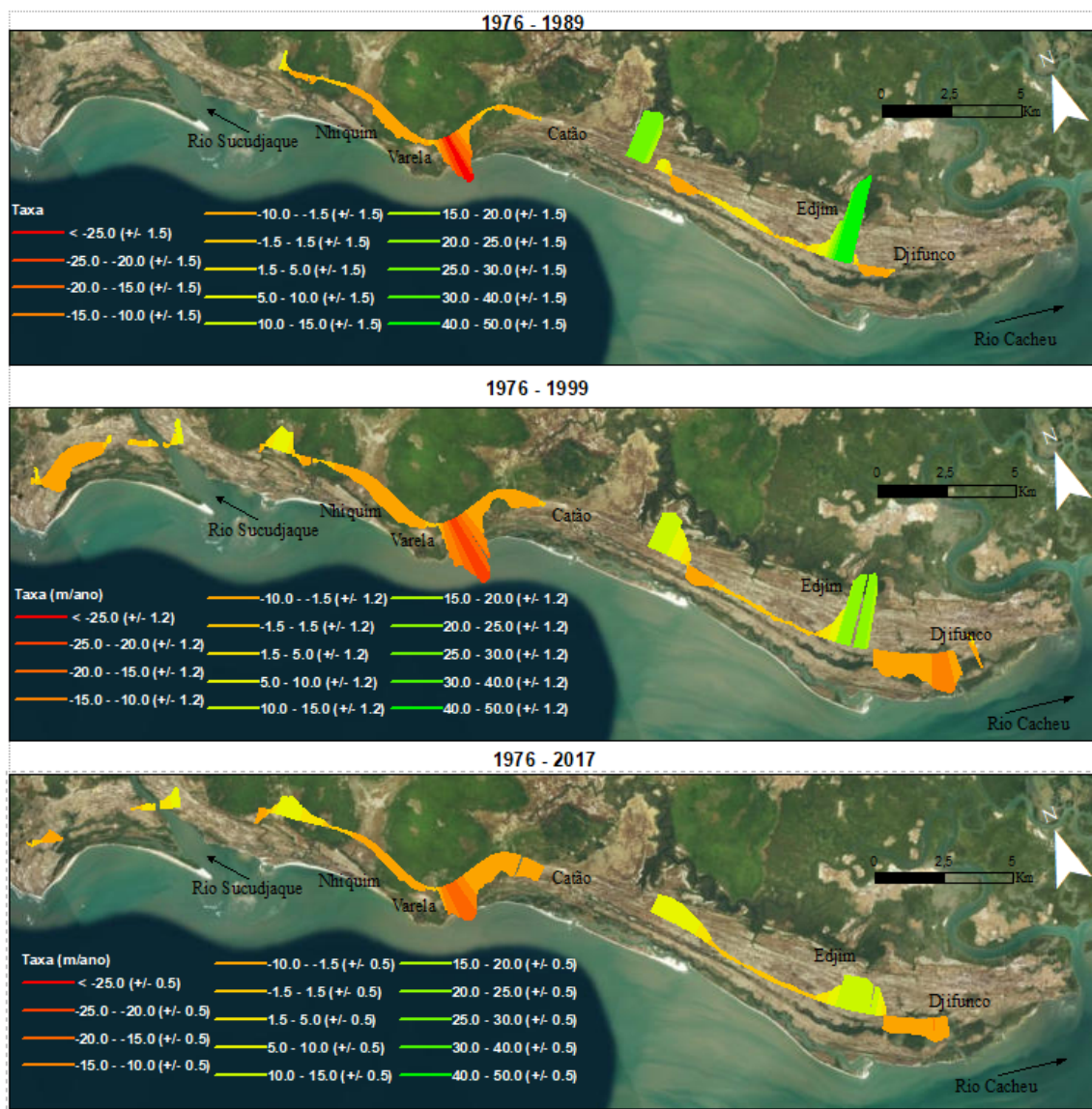


Figura 4.3 - Taxa de evolução da linha de costa (metros/ano) em diferentes períodos

Em todos os períodos, verifica-se que os setores erosivos mais importantes situam-se no Sul de Varela (taxas máximas de erosão), a Noroeste de Varela (abrange a praia de Varela) e um pequeno setor em Djifunco; enquanto que os setores em acreção se localizam principalmente na costa Sul, entre Catão, Edjim e Djifunco (taxas máximas de acreção ao sul do Edjim) e também num pequeno trecho junto da foz do Rio Sucudjaque, no Norte (ver Figura 4.3).

No caso da zona Sul e Noroeste de Varela a tendência de uma rápida erosão pode estar relacionada com a geologia local (a natureza pouco consolidada das dunas e arribas arenosas) (Figura 4.4A e B). As arribas arenosas erodem principalmente por via de ações combinadas, da ação das águas do mar (correntes e ondas) que removem sedimentos na sua base e da precipitação intensa – ação de escoamento superficial que provoca desmoronamento da arriba

arenosa e abertura de vossorocas. Um estudo anterior notou que a erosão na praia em Varela é maioritariamente episódica, associada a agitação marítima intensa na época das chuvas (entre Junho e Setembro) (LNEC, 2011). A noroeste de Varela o marco mais notável deste fenómeno é a ruína do complexo hoteleiro construído na década de 1980 e que foi destruída (ver Figura 3.9III). Na parte sul, ocorreram perdas importantes de bolanha (terra agrícola inundável). Estas destruições carretam perdas socioeconómicas, particularmente para as populações locais.

A localização dos principais setores em acreção a sudoeste permite associar esse fenómeno à:

- i) Existência de cadeias de ilhas-barreira arenosas, caracterizadas por lagoas e canais que se desenvolveram em geral paralelamente à linha de costa (Figura 4.4C e D). Note-se que as zonas de acreção ocorrem principalmente junto de embocaduras de canais e lagoas, o que sugere que são alimentadas por movimento de sedimentos nas ilhas-barreira. Nestas a dinâmica sedimentar muitas vezes resulta no encerramento de canais e lagoas e, conseqüentemente, na abertura de outros que conduzem a água para o mar ou outras lagoas. O estudo realizado por Sousa e colegas (2015) associou as mudanças nas áreas de lagoas à dinâmica fluvial continental e observou que elas exercem influência na distribuição sedimentar e configuração de praia.
- ii) Deposição de sedimento resultante da erosão na parte noroeste (Varela), pois o crescimento longitudinal dos trechos em acreção tem orientação NE (ver Figura 3.7C) sugerindo que a deriva litoral e transporte de sedimentos ocorram no mesmo sentido.

Em Varela (Oeste), onde existe uma arriba rochosa, a erosão é menos intensa, devido à maior consolidação e resistência do solo (Figura 4.4E e F). Um estudo anterior notou que o transporte sedimentar na região ocorre de acordo com a onda e deriva litoral, que se orientam predominantemente de noroeste para sudeste (Diop, 1990).



Figura 4.4 - Características de setores em erosão e acreção. A e B – arriba arenosa em erosão a norte de Varela (praia de Varela); C e D - detalhes de setores de ilhas-barreira em acreção, com a orientação NE, a sul do Catão e junto à foz do Rio Sucudjaque, respetivamente; E F – perfil da arriba rochosa em Varela, pouca erosão

Em geral, a análise da taxa média de evolução da linha de costa mostra uma tendência no sentido da estabilidade ($1,25 \pm 1,5$ m/ano) no período de 1976-1989, para o período de 1976-1999 observa-se uma tendência de predominância de erosão ($-1,44 \pm 1,2$ m/ano) e para o período de 1976-2017 novamente uma tendência de estabilidade ($-0,40 \pm 0,5$); as taxas médias de erosão variam progressivamente, enquanto as taxas médias de acreção variam regressivamente nos períodos de 1976-1989, 1976-1999 e 1976-2017, respetivamente (Tabela 4.3).

Em termos de mudanças observadas na extensão de linha de costa analisada, a análise de transectos indicou que, em todos os períodos, a percentagem de linha de costa caracterizada por

erosão é relativamente maior em comparação com a que está em acreção e/ou em estabilidade (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Taxas médias de acreção e erosão, taxa média da evolução de linha de costa (metros/ano) e estado da evolução da linha de costa (porcento) em diferentes períodos

Período	Nº total de transectos	Nº de transectos intersectados	Taxa média da evolução (m/ano)	Taxa média de erosão (m/ano)	Taxa média de acreção (m/ano)	Estado		
						Erosão (%)	Acreção (%)	Estável (%)
1976-1989	1369	1025	1,25 ($\pm 1,5$)	-4,93 ($\pm 1,5$)	11,87 ($\pm 1,5$)	47,0	30,4	22,5
1976-1999	1862	1381	-1,44 ($\pm 1,2$)	-5,23 ($\pm 1,2$)	8,83 ($\pm 1,2$)	56,7	17,5	25,9
1976-2017	1862	1241	-0,40 ($\pm 0,5$)	-5,80 ($\pm 0,5$)	5,18 ($\pm 0,5$)	45,8	43,8	10,5

O resultado é concordante com estudos anteriores que indicaram que nas últimas décadas a área de estudo não está a passar por erosão generalizada, sendo esta localizada em certos setores de costa, enquanto outros apresentam acreção. Num período de 21 anos (1979-2000), analisando a costa entre Cabo Roxo e Foz do Rio Cacheu, Fayé (2010) observou taxa máxima de recuo (-16,95 m/ano) no Sul de Varela e taxa máxima de avanço (65,74 m/ano) no sul do Edjim, embora os valores de precisão da metodologia usada sejam muito superiores aos usados neste estudo ($\pm 11,9$ m/ano). Outro estudo que cobriu o setor de costa entre Varela e Rio Sucudjaque por um período de 50 anos (1953-2003) obteve taxas entre -2,5 m/ano e 6,9 m/ano (LNEC, 2011). Também o estudo da ACCC (2012) cobrindo 27 anos (1984-2011), entre a aldeia de Nhiquim e Sul de Varela, indicou uma taxa média de acreção de 4,21 m/ano junto de Nhiquim, taxa de erosão de -3,16 m/ano na praia de Varela (noroeste de Varela) e -3,10 m/ano a sul de Varela. O setor a Sul de Varela foi também mencionado como tendo recuado 700 m em 40 anos (significa -17,5 m/ano) (CILSS, 2016). Embora as taxas de recuo e avanço da mudança de linha de costa dos estudos anteriores e do presente estudo difiram, uma vez que os períodos a que dizem respeito não correspondem aos mesmos com exatidão e a erosão não seja um fenómeno uniforme no tempo e no espaço, ficou evidente a tendência de maior erosividade do setor a Sul de Varela e de maior avanço a Sul de Edjim.

Outros estudos realizados em outras zonas da costa da África Ocidental evidenciam também a tendência de ocorrência da erosão e acreção em diferentes setores da costa. Por exemplo, na região de Casamança (Senegal), contígua a noroeste da Suzana, (Faye, 2010) obteve taxas entre -24,03 m/ano e 83,31 m/ano para o período de 1979-2000. Resultados de estudo de Bakhoun (2018) na região de Dakar (Senegal) em 61 anos (1954-2015) mostram uma tendência de erosão, com uma taxa média taxa de 2,33 m/ano, e de acreção, em pontos localizados de até 0,90 m/ano. Em Nouakchot (Mauritânia) taxas determinadas por diferentes estudos em diversos períodos indiquem variações entre -35 m/ano e 43 m/ano (Faye *et al.*,

2008). A avaliação de Appeaning Addo e colegas (2012) em 149 km da Costa Oriental do Gana, num período de 35 anos (1986-2011) mostrou uma variação de taxa de evolução de entre -12 m/ano e 18 m/ano.

A costa da África Ocidental apresenta-se sensível à erosão costeira relacionada com a natureza do material e fluxo de circulação sedimentar. Na costa da Guiné-Bissau a circulação e redistribuição de sedimentos é principalmente governada por correntes de maré (com orientação anual variável), combinada com cheias de rios em períodos de chuvas intensas (UEMOA, 2010). Além disso, barragens hidroelétricas e/ou para fins agrícolas construídas nos rios podem reter sedimento a montante e contribuir para a erosão relacionada com o déficit de sedimento (UEMOA, 2010). Em Suzana, os dois principais rios (Rio Cacheu e Rio Sucudjaque) apresentam pequenas barragens agrícolas nos seus diversos braços, mas um estudo recente indicou que ambos rios não são fontes sedimentares das areias de praia, que podem ter origem do trânsito sedimentar litoral e da vasta e baixa plataforma continental (LNEC, 2011).

Tem-se sugerido que a ENM está a contribuir para a erosão e inundação ao longo da costa da África Ocidental (Appeaning Addo, Jayson-Quashigah e Kufogbe, 2012). Na costa da Guiné-Bissau, a ENM tem sido também apontada como uma das causas da erosão costeira (LNEC, 2011; República da Guiné-Bissau, 2006). Nas décadas que abrangem o período de estudo, foi observada a ENM na África Ocidental (ver Nicholls *et al.*, 2011; Rietbroek *et al.*, 2016). Essa elevação poderá ter sido uma das causas da mudança histórica da linha de costa, mas é difícil distinguir a sua possível contribuição com a de outros fatores que não foram analisados neste trabalho, como por exemplo alterações locais no clima de agitação marítima. Além disso, a erosão pela subida do nível médio do mar sugere um fenómeno mais generalizado, sendo a erosão nestes setores localizada. Serão necessários, no entanto, mais estudos para estimar e compreender essa contribuição.

Espera-se nas próximas décadas uma elevação acelerada do nível do mar na África Ocidental, que deverá, por exemplo, atingir mais de 1,90 m em 2100, no pior cenário (Jevrejeva *et al.*, 2016). Isso poderá contribuir para a aceleração da erosão costeira, com consequentes perdas ambientais e socioeconómicas, e deverá ser tido em conta nos planos de mitigação da atual erosão costeira.

4.4 Conclusão

O estudo da evolução da linha de costa na Secção de Suzana entre 1976 e 2017 permitiu identificar áreas em erosão e acreção e caracterizá-las em termos de evolução histórica. Para

todo o período (41 anos), a forma predominante de evolução da linha de costa segue no sentido da estabilidade, com uma taxa média de $-0,40 \pm 0,5$ m/ano, dentro da margem de erro. Em todos os períodos, as maiores taxas de erosão foram observadas a sul da aldeia de Varela, enquanto que as maiores taxas de acreção se observam entre as aldeias de Edjim e Djifunco.

A erosão costeira resultou já na destruição de complexo hoteleiro em Varela e na destruição de ecossistemas e bolanhas (sul de Varela). As alterações climáticas (e.g. ENM, intensificação do clima de agitação) poderão acelerar a erosão e possivelmente desencadear a erosão em zonas atualmente estáveis ou em acreção. A atividade humana também terá um papel importante na futura evolução da linha de costa - por exemplo, a mineração (areias pesadas) junto às aldeias de Nhiquim e Catão resultaria na destruição da vegetação costeira e modificação da estrutura do solo, que se tornará mais suscetível à erosão por ação de precipitação, ondas e correntes. Se a erosão continuar a ocorrer na localização e na proporção atual e sem medidas de mitigação globais e adaptação locais, algumas aldeias próximas da costa (e.g. Nhiquim e Varela) poderão ser destruídas em menos de 30 anos.

Há necessidade de serem realizados mais estudos, inclusive sobre a hidrodinâmica da região e sobre as medidas de adaptação. O resultado deste estudo irá auxiliar estudos científicos futuros sobre a zona costeira sobre a evolução histórica e futura da linha de costa. Além disso, irá facilitar e orientar decisores políticos e comunidades locais, bem como outros interessados no desenvolvimento de políticas e estratégias de adaptação.

Capítulo 5

5 Avaliação de risco de inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau

Resumo

A inundação costeira constitui um dos maiores riscos de impactos da elevação do nível do mar (ENM) resultante das alterações climáticas. A zona costeira da Guiné-Bissau apresenta extensas áreas com cotas baixas e concentra maior parte da população e atividades económicas, que já são afetadas por maré astronómica (MA) e sobrelevação meteorológica (SM). Os efeitos da inundação tenderão agravar-se com a ENM esperada nas próximas décadas. Este artigo quantificou a terra e a população em risco, cartografou a extensão da inundação e discutiu outros elementos em risco na condição presente (2018) e em cenários futuros da ENM (0,34 m para 2041, 1,22 m para 2083 e 1,95 m para 2100) em três áreas costeiras da Guiné-Bissau: Bissau, Bubaque e Suzana. Foi usado um modelo de superfície de inundação única (modelo “bathtub”) que considera a topografia do terreno, obtida do Modelo Digital de Elevação (MDE) e um valor do nível total de água (NTA), estimada através do somatório de MA, SM e ENM. Em todas as áreas de estudo, a terra e a população em risco aumentam significativa e progressivamente do presente para os diferentes cenários futuros considerados. Bissau e Suzana, onde habitações, infraestruturas e terras agrícolas estão localizadas em áreas de cotas baixas, apresentam maiores riscos do que Bubaque, em que as habitações e infraestruturas estão localizadas em áreas de cotas relativamente altas e a agricultura é de sequeiro.

Palavras-chave: elevação do nível do mar, risco de inundação, modelo de inundação de superfície única, SIG, Guiné-Bissau

5.1 Introdução

Uma das primeiras consequências da elevação acelerada do nível do mar causada pelo aumento da temperatura média global é o aumento de risco de inundação em áreas costeiras de baixa altitude (De Sherbinin, Schiller e Pulsipher, 2007; Hanson *et al.*, 2011; Klein e Nicholls, 1998; McGranahan, Balk e Anderson, 2007; Ruckert, Oddo e Keller, 2017). O IPCC afirmou que a elevação do nível médio global do mar (ENMGM) foi de 0,19 m no século passado (1901 a 2010) e para o final do presente século projeta um valor máximo de 0,98 m para o cenário de altas emissões (RCP8.5) (IPCC, 2013). Estudos recentemente publicados sugerem elevações máximas maiores que as do IPCC durante este século (Jevrejeva *et al.*, 2016; Kopp *et al.*, 2017; Sweet *et al.*, 2017). Nessa linha, Vafee e colegas (2012) afirmam que mesmo que o clima seja estabilizado através de redução de emissão de gases com efeito de estufa (GEE), a elevação do nível médio do mar irá continuar depois de 2100, devido às emissões passadas. Adicionalmente, as regiões tropicais e subtropicais, como a costa da África Ocidental, irão experimentar uma elevação relativa do nível do mar superior à média global, devido principalmente à localização

polar das massas de gelo, cuja força de gravidade diminui por causa do gradual processo de derretimento e acentua a elevação nos trópicos, longe das camadas de gelo (World Bank, 2013). Estima-se as alterações climáticas irão exacerbar a intensidade e a frequência de eventos extremos (e.g. sobre-elevação meteorológica), contribuindo para o aumento do nível extremo de água (Heberger *et al.*, 2009; Nicholls, 2011). Assim, à medida que o nível do mar se elevar, a frequência e a intensidade da inundação costeira aumentarão (Bell, Hume e Hicks, 2001; Ruckert, Oddo e Keller, 2017; Vitousek *et al.*, 2017), com implicações ambientais e socioecon micas para as comunidades costeiras. Os principais impactos negativos incluem possíveis perdas de vidas humanas, perdas na produção agrícola, danos nas habitações e infraestruturas, deslocação de pessoas (Heberger *et al.*, 2009; Marfai e King, 2008; McGranahan, Balk e Anderson, 2007; Vafaei, Harati e Sabbaghian, 2012).

Atendendo ao rápido crescimento populacional e ocupação da zona costeira que se espera nas próximas décadas, verificar-se-  cada vez mais pessoas expostas   inundação costeira, particularmente nas zonas costeiras de baixa altitude (ZCBA) dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (PEID), exacerbando o risco e a vulnerabilidade já existentes (Neumann *et al.*, 2015). Na Guiné-Bissau, De Sherbinin e colegas (2014) estimaram que em 2010 a zona costeira com 10 m de altitude máxima albergava 135.371 pessoas e, em 2050, o número deverá crescer mais de cinco vezes (737.871 pessoas). A inundação costeira deverá constituir uma séria ameaça às comunidades costeiras da Guiné-Bissau. A zona costeira do país é caracterizada por baixa topografia, grande concentração de população humana, infraestruturas e atividades econ micas (agricultura, turismo, pesca etc), além de ricos ecossistemas e zonas húmidas. Aliás, está fortemente na memória os impactos da inundação costeira causados pela *Tempestade Fred* em agosto de 2015, que afetou várias localidades do país e nos países vizinhos, causando perdas de colheitas e danos em infraestruturas. Por esses impactos estarem a acontecer atualmente e com possibilidades de agravar-se no futuro, a avaliação do risco de inundação em cenários de ENM   necessária.

Existem já alguns trabalhos realizados para a costa da África Ocidental que exploraram os impactos da ENM (Dasgupta *et al.*, 2009; De Sherbinin *et al.*, 2014). No entanto, nenhum abordou com detalhe os fatores que permitem analisar os riscos de inundação costeira a nível local na Guiné-Bissau numa perspetiva de quantificação e cartografia da extensão, permitindo facilitar a tomada de decisão de medidas de adaptação. Este artigo teve como objetivo avaliar o risco de inundação costeira em cenários de ENM em três áreas costeiras da Guiné-Bissau: cidade de Bissau, Ilha de Bubaque, Secção de Suzana. Utilizando uma metodologia simplificada que considera um modelo de inundação de superfície única. O estudo focou-se na

quantificação e cartografia da extensão da área suscetível de inundação e na avaliação da população em risco, abordando adicionalmente efeitos no uso e ocupação do solo. Compreender esses riscos é extremamente importante para a investigação e conceção de estratégias de adaptação, particularmente em regiões mais pobres que carecem dessas informações.

5.2 Metodologia

A inundação costeira pode ser permanente, que corresponde à quantidade equivalente da elevação vertical no nível do mar; ou episódica, que inclui outros elementos como sobreelevação meteorológica (SM) (Gornitz, 1991). O último tipo foi considerado neste estudo, uma vez que se espera que as alterações climáticas e ENM aumentem a frequência de ocorrência de SM, causando grandes impactos socioeconómicos nas ZCBA (e.g. Bell, Hume e Hicks, 2001; Heberger *et al.*, 2009; McInnes *et al.*, 2013; Vitousek *et al.*, 2017).

A metodologia de avaliação da área potencialmente em risco de inundação costeira seguiu o modelo de inundação de superfície única (modelo “bathtub”) (Murdukhayeva *et al.*, 2013; NOAA, 2010; Schmid, Hadley e Waters, 2014), que contempla apenas duas variáveis, um valor de nível de inundação e a elevação do terreno (ver Capítulo 3). O modelo de inundação de superfície única tem sido amplamente usado na avaliação de risco e vulnerabilidade à inundação costeira, (e.g. Demirkesen, Evrendilek e Berberoglu, 2008; Marfai, 2011; Marfai e King, 2008; McInnes *et al.*, 2013; Murdukhayeva *et al.*, 2013; Ruckert, Oddo e Keller, 2017).

Nesta tese, Modelo Digital de Elevação (MDE) com informações da elevação do terreno e os valores de nível de inundação para as diferentes áreas de estudo foram processados através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com o software ESRI ArcGIS Desktop®. As etapas gerais do procedimento metodológico são apresentadas na Figura 5.1.

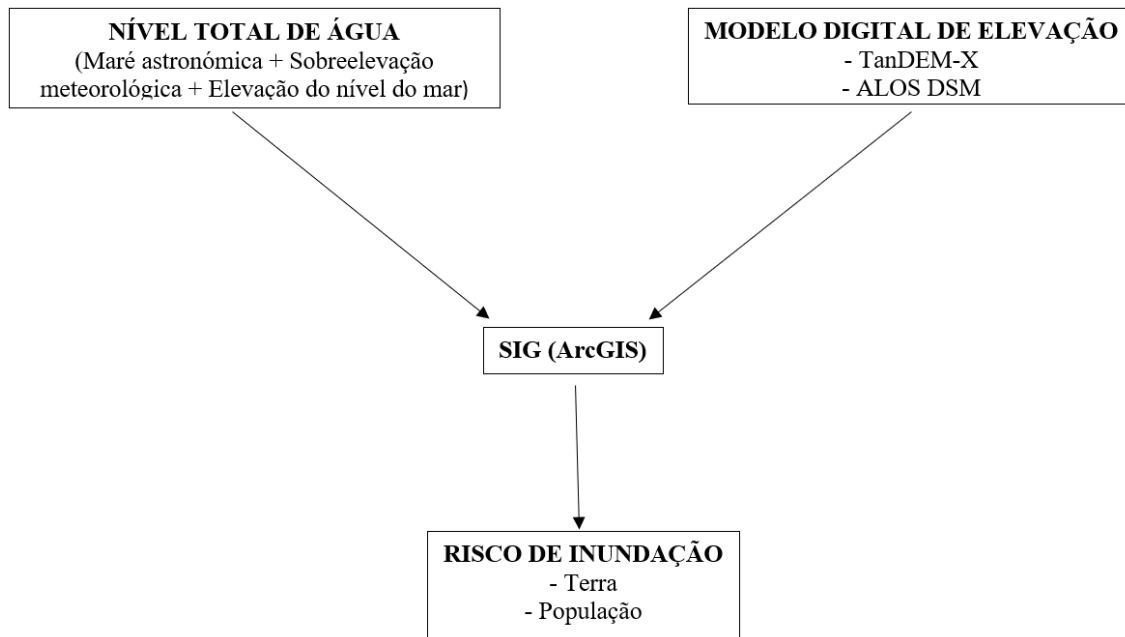


Figura 5.1 - Fluxograma do procedimento geral de análise de risco de inundação

5.2.1 Definição do valor de inundação

O valor do nível de inundação foi calculado para cada cenário temporal considerado, através da definição do nível total de água (NTA), que corresponde à soma das seguintes componentes verticais: a) maré astronómica (MA); b) sobrelevação meteorológica (SM) espectável para o cenário considerado; c) elevação do nível do mar (ENM) para o cenário considerado (Haigh *et al.*, 2014; McInnes *et al.*, 2013); e representado a partir da expressão 4.1:

$$NTA = MA + SM + ENM \quad 4.1$$

Com base nesta expressão, a inundação para a condição presente é determinada apenas pelas componentes MA e SM. Nas subsecções a seguir, apresentam-se as descrições dos componentes do NTA.

5.2.1.1 Maré Astronómica (MA)

A maré astronómica foi determinada com referência à máxima maré equinocial do ano de 2015 e obtida da expressão 4.2:

$$MA = PM_{\text{máx}} - ZH \quad 4.2$$

onde $PM_{\text{máx}}$ é preia-mar máxima e ZH é o zero hidrográfico

Esta expressão permitiu assim obter valores de MA referenciados ao nível médio do mar. Os valores do PMmáx e ZH foram obtidos através do Software WTides³, que utiliza dados harmónicos para obter alturas da maré. Devido à grande variabilidade das marés na costa guineense, os valores foram calculados usando dados de portos locais ou próximos de cada da área de estudo. Assim, para Bissau foram usados dados referentes ao porto de Bissau; para Bubaque, dados referentes ao porto de Bubaque; e para Suzana, onde não existem registos, foi assumida a média dos portos de Caió e Djogue (Senegal), portos próximos e também localizadas na costa aberta do oceano Atlântico e entre os quais se localiza Suzana (Tabela 5.1). Assumindo que a ENM terá poucos efeitos na altura da MA no século 21 (cf. McInnes *et al.*, 2013), os valores obtidos para o presente foram usados para o futuro.

Tabela 5.1 - Preia-mar máxima, zero hidrográfico e maré astronómica (metro) para as três áreas de estudo. Dados de Caió e Djogue foram usados para estimar maré astronómica de Suzana

	Bissau	Bubaque	Caió	Djogue	Suzana
PMmáx (m – ZH)	5,84	4,93	3,64	1,9	
ZH (m)	2,89	2,54	1,9	1,02	
MA (m – NMM)	2,95	2,39	2,74	0,88	1,81

5.2.1.2 Sobreelevação meteorológica (SM)

SM é a “flutuação anormal do nível de água resultante de perturbações atmosféricas severas, como ventos fortes e alterações de pressão atmosférica (geralmente associadas a tufões, ciclones extratropicais e outros eventos extremos), que faz com que o nível da maré dentro da área afetada exceda muito o nível normal” (Kang, Ma e Liu, 2016, p. 440). A sua determinação é indispensável para cartografar as zonas de risco de inundação costeira.

Os únicos dados quantitativos disponíveis sobre a sobreelevação meteorológica na região são da *Global Disaster Alerting Coordination System* (GDACS) relativos à *Tempestade Fred* ocorrida em 2015, registando-se valores de 0,2 a 0,3 m na costa da Guiné-Bissau (GDACS, 2016). Neste estudo, adotou-se o valor máximo (0,3 m) para as três áreas de estudo, pela aplicação do princípio da precaução. Dada a persistente incerteza e falta de consenso de cientista sobre a futura magnitude e frequência de tempestades, e consequente altura do nível de água do mar (Heberger *et al.*, 2009), o valor de 0,3 m é usado para todos os períodos do século XXI. Ou, seja, não foi considerado um período de retorno específico de SM, assumindo

³ www.wtides.com; "Table des Mares des Grands Ports du Monde", No. 540, Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine – Paris

assim a possibilidade de ocorrer a qualquer momento e/ou irregularmente. Também, foi assumido que este valor ocorreria na situação de preia-mar de águas vivas equinociais.

5.2.1.3 Elevação do nível do mar

A ENM, não será uniforme no espaço e no tempo, por influência de diversos fatores naturais e antropogênicos regionais ou locais (e.g. IPCC, 2013; Jevrejeva *et al.*, 2016). Assim, em qualquer região ou localidade particular, é o nível relativo do mar que determina a suscetibilidade à inundação (Bell, Hume e Hicks, 2001). Neste estudo, na falta de dados locais, foram usadas projeções de Jevrejeva e colegas (2016) para a cidade de Conacri - República da Guiné (0,34 m para 2041; 1,22 m para 2083; e 1,95 m para 2100), baseadas nos limites superiores do cenário RCP 8.5 (detalhes sobre o cenário e justificativa da sua escolha nas seções 1.3.3, 1.3.4 e 3.2.5)

5.2.2 Dados da elevação do terreno

Informações topográficas são indispensáveis para a cartografia da inundação costeira. A elevação do terreno foi obtida a partir de dois Modelos Digitais de Elevação (MDE) das regiões em análise. O MDE com melhor resolução espacial disponível para este estudo cobre apenas as áreas de Bissau e Bubaque, tendo-se dessa forma usado para Suzana um outro de menor precisão. Ambos os dados foram convertidos para um *datum* comum: o sistema de coordenadas projetadas WGS 84 / UTM zone 28N. A seguir apresenta-se a descrição e processamento dos dados de cada área de estudo:

5.2.2.1 Bissau e Bubaque

A cartografia foi realizada usando o TanDEM-X, fornecido pela German Aerospace Centre (DLR), com resolução espacial de 12,25 m e precisão altimétrica de 2 m (nas zonas baixas) (Wessel, 2018). O pré-processamento do MDE fornecido exigiu a limpeza dos valores anômalos, localizados em superfícies cobertas por água, usando uma máscara dos corpos de água existentes. Para isso, uma imagem adquirida na região do infravermelho próximo (NIR – banda 8) do satélite *Sentinel 2*, datada de 2017-04-25, foi usada para produzir a máscara dos corpos de água e assim obter o DEM final.

5.2.2.2 Suzana

Para a Suzana, foi utilizado o ALOS GLOBAL DSM (AW3D30) da *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) de acesso gratuito, com resolução espacial de 30 x 30 m e precisão altimétrica de média global de 4,40 m (Tadono *et al.*, 2016). Para obter uma resolução melhor e mais próxima da do MTD usada noutras duas áreas, foi usada a função “*Resample*” (método e interpolação de *natural neighbour*) no ArcGIS para alterar a resolução espacial para 20 x 20 m. Os corpos de água foram mascarados em procedimento similar ao referido anteriormente.

5.2.3 Análise de risco de inundação

Usando o ambiente SIG aplicou-se os valores do NTA calculados para cada cenário considerado sobre o MDE para assim proceder à classificação e quantificação de área costeira potencialmente em risco de inundação. Após a classificação da área com a cota correspondente ao NTA estimado, procedeu-se à limpeza dos pixels isolados, que aparecem em áreas baixas, mas que não apresentam conexão hidrológica com o mar, não sendo assim contabilizados, de forma errónea, no cálculo de área inundável. Não foram consideradas possíveis futuras estruturas de proteção e/ou alterações do uso do solo. Assim, neste trabalho considera-se em risco de inundação qualquer porção de terra seca adjacente à linha de costa e com conectividade hidrológica ao mar que tenha altitude inferior ou igual ao valor do nível da inundação considerado.

Realizou-se a estimativa da população potencialmente exposta ao risco de inundação em cenários de ENM, através de dados populacionais e da área de terra seca inundada, seguindo Heberger e colegas (2009) e Strauss e colegas (2012). O procedimento simplificado assume uma taxa de crescimento populacional zero (0) e densidade populacional uniforme, baseado nos dados de população do último censo da Guiné-Bissau (INEC, 2009). Assim, considera-se que o número total de pessoas exposta ao risco de inundação é proporcional à área de terra seca inundada num determinado cenário – está-se, com este método, a trabalhar com números médios. Também, assume-se em todos os casos que não é levada a cabo nenhuma medida de adaptação.

Adicionalmente, para melhor perceção da potencial exposição de propriedades e infraestruturas e discussão dos seus efeitos, foi sobreposta uma imagem de satélite online de alta resolução da ESRI – World Imagery Basemap – que possibilita visualização detalhada dos elementos biofísicos locais (e.g. edifícios/casas, estradas, vegetação, áreas de cultivo, corpos de água etc.) Isso permitiu a visualização da extensão de inundação em conjunto com diferentes tipos de uso

de solo afetados. Esta visualização é importante para a percepção do grau do risco e para o planeamento de adaptação.

5.3 Resultados e discussão

As seções a seguir apresentam resultados e discussão da avaliação de risco de inundação costeira obtida através de aplicação de dados em SIG.

5.3.1 Nível total de água

O nível total de água estimado em cada horizonte temporal, assim como os seus componentes, são apresentados na Tabela 5.2. O NTA varia no espaço e no tempo, sendo relativamente maior em Bissau em todos os horizontes temporais, seguido de Bubaque e por último Suzana. A variação espacial está relacionada com a variação da MA nas diferentes localidades de estudo, enquanto a variação temporal está relacionada com a ENM nos diferentes anos.

Tabela 5.2 - Nível total de água (metro) estimado para a condição presente e cenários futuros em cada área de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana

	Bissau				Bubaque				Suzana			
Ano	Presente	2041	2083	2100	Presente	2041	2083	2100	Presente	2041	2083	2100
MA (m-NMM)	2,95	2,95	2,95	2,95	2,39	2,39	2,39	2,39	1,81	1,81	1,81	1,81
SM (m)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
NNM (m)	0	0,34	1,22	1,95	0	0,34	1,22	1,95	0	0,34	1,22	1,95
NTA (m)	3,25	3,59	4,47	5,2	2,69	3,03	3,91	4,64	2,11	2,45	3,33	4,06

5.3.2 Quantificação da terra em risco

A projeção do NTA sob o MDE permitiu avaliar as regiões em risco de inundação costeira em cada área de estudo. A área potencialmente afetada pela inundação aumenta com o horizonte temporal/ENM nas 3 localidades (Tabela 5.3). Em todas as localidades, a área de terra seca inundada aumenta com o horizonte temporal/ENM. Comparando a condição presente (2018) com o ano de 2100, verifica-se um aumento da área inundada de 8,18, 7,54 e 50,10 km² para Bissau, Bubaque e Suzana, respetivamente. Em termos de percentagem relativa, esses números representam um aumento da área inundada de 42, 122 e 1765% para Bissau, Bubaque e Suzana, respetivamente.

Note-se que a percentagem de área inundada apresenta um ritmo de aumento diferente nas áreas de estudo, o que está estritamente associada com a topografia, declive costeiro e conectividade hidrológica com o mar das terras baixas interiores. Outro elemento importante que reflete na

área de terra inundada é a variação do nível total de água, que é devida a diferenças de maré astronómica nas três localidades. Adicionalmente, existe uma maior incerteza associada a área inundada para a região de Suzana em relação às restantes áreas, uma vez que o MDE utilizado apresenta menor resolução/precisão.

Mas, a futura inundação costeira não dependerá apenas desses fatores, pois também será influenciada pela evolução de fatores geomorfológicos (erosão, sedimentação) e pela atividade humana (Cooper, Beevers e Oppenheimer, 2008; Marcy *et al.*, 2011), bem como por processos costeiros (ondas, correntes), localização geográfica e proteção natural existente em cada área. Por exemplo, a natureza arenosa da costa e a alta taxa de erosão em Suzana (ver Capítulo 4), poderá contribuir para aumentar o risco de inundação.

Tabela 5.3 - Área total inundada na condição presente e cenários futuros em cada área de estudo, Bissau, Bubaque e Suzana (em km² e em % entre parênteses)

Ano	Bissau	Bubaque	Suzana
Presente	19,60 (20,65)	6,18 (9,80)	2,84 (0,89)
2041	21,76 (22,93)	7,49 (11,88)	2,94 (0,92)
2083	25,62 (27,00)	11,06 (17,55)	14,43 (4,51)
2100	27,78 (29,27)	13,72 (21,77)	52,94 (16,56)

5.3.3 Cartografia da extensão de inundação, população e outros elementos em risco

O resultado da cartografia da extensão suscetível de inundação costeira na condição presente e possíveis cenários futuros, sobreposto à imagem de satélite, está ilustrado nas Figuras 5.2, 5.3 e 5.4. A extensão da inundação varia ao longo da costa e nos diferentes cenários considerados, o que indica a variação espaçotemporal da suscetibilidade à inundação. A visualização do mapa de inundação permite perceber a exposição e impactos e constitui uma ferramenta poderosa para a educação e conscientização (NOAA, 2010), permitindo assim que tomadores de decisão e comunidades costeiras adotem medidas de adaptação adequadas.

A população estimada exposta ao risco de inundação em cada área de estudo é apresentada na Tabela 5.4. Verifica-se que a cidade de Bissau apresenta o maior risco, em termos de quantidade de pessoas afetadas, em todos os cenários. O número de população afetada em cada área depende fundamental de dois fatores: densidade populacional e topografia. Por exemplo, Suzana teria uma área inundada quase o dobro da de Bissau em 2010, mas a baixa densidade populacional daquela Secção faz com que o número de pessoas afetadas seja mais de nove vezes inferior do que o de Bissau no mesmo período (ver Tabela 5.4).

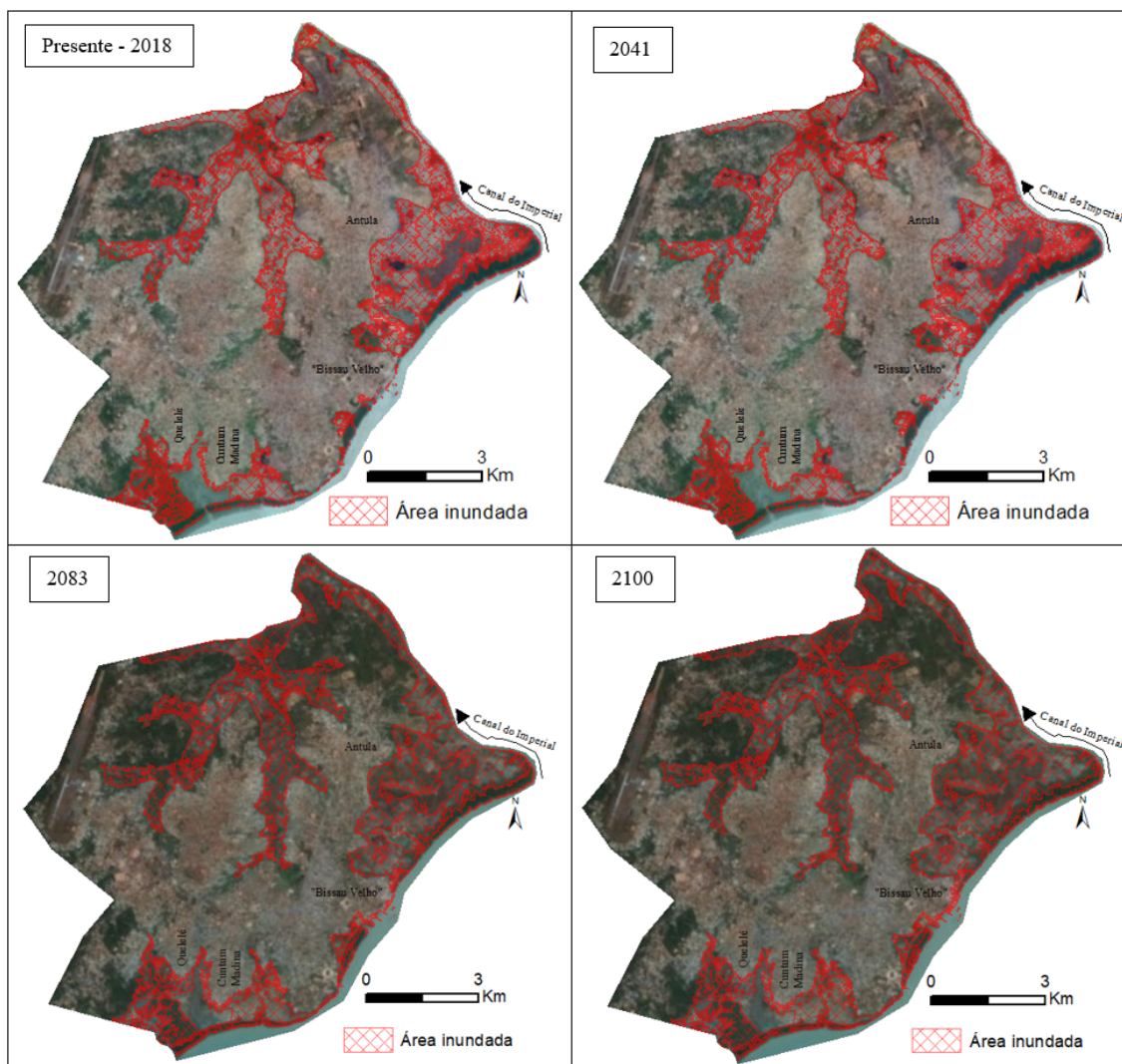


Figura 5.2 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Bissau

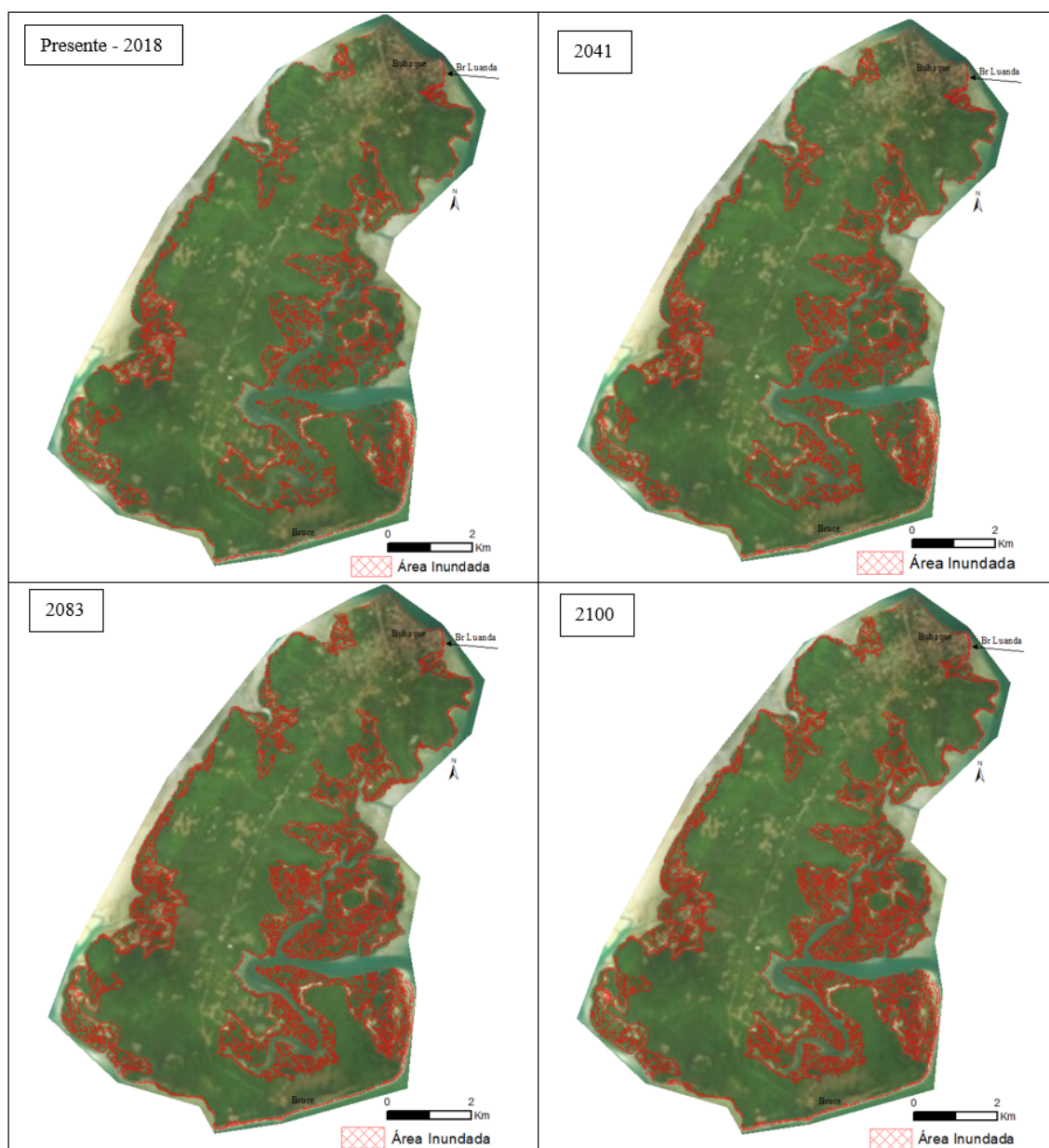


Figura 5.3 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Bubaque

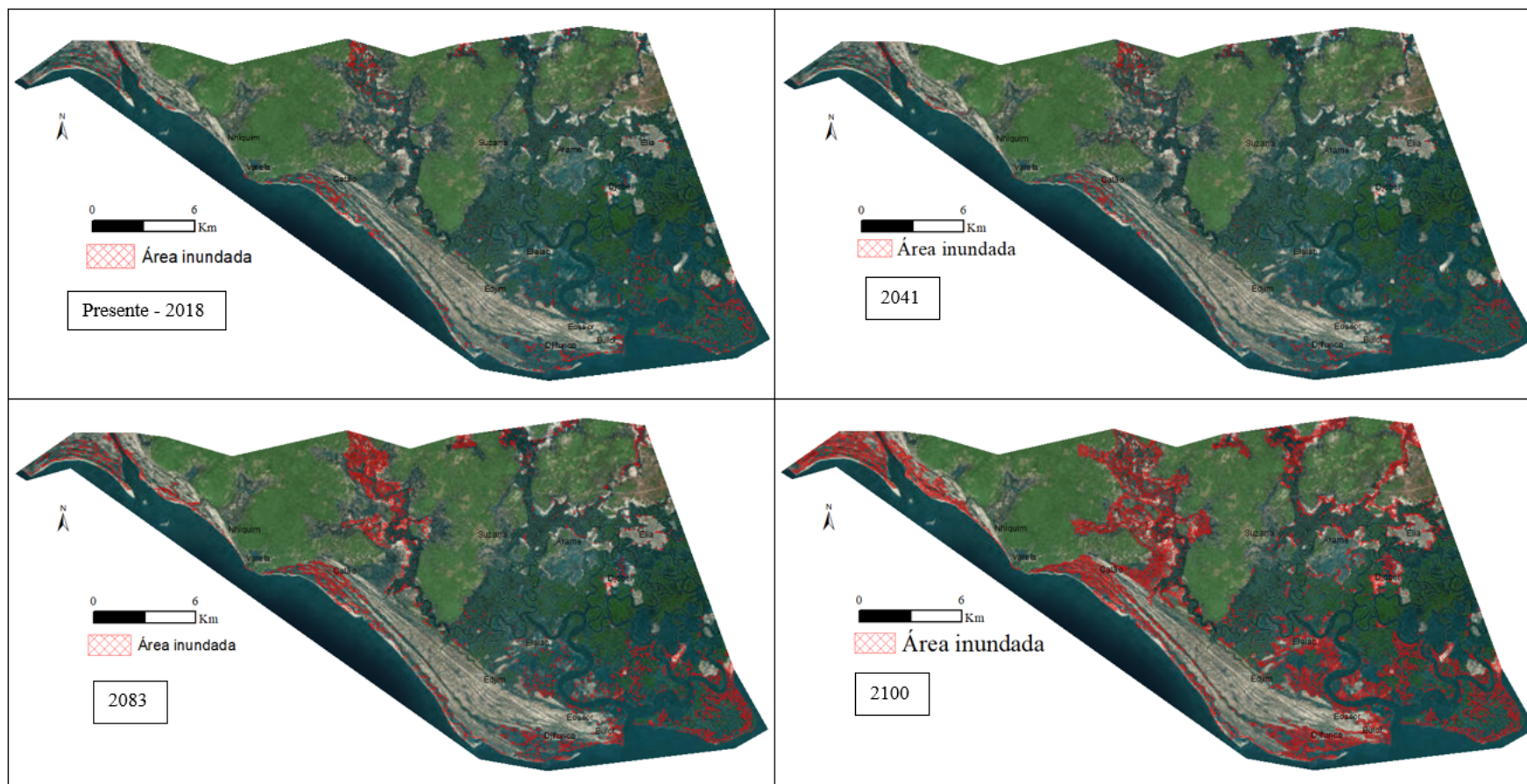


Figura 5.4 - Mapas de extensão da inundação para a condição presente e cenários futuros de elevação do nível do mar em Suzana

Tabela 5.4 População em terra sob risco de inundação nas três áreas, Bissau, Bubaque e Suzana

	Bissau	Bubaque	Suzana
Presente	75.405	657	60
2041	83.715	796	62
2083	98.565	1.176	302
2100	106.875	1.459	1.110

Em Bissau, a inundação penetra pelo interior principalmente através de braços do Rio Geba e Canal do Imperial, cobrindo zonas húmidas/pantanosas baixas que meandram a cidade, alcançando vários quilómetros. Essas terras de cotas baixas, utilizadas principalmente para a produção orizícola e hortícola são, de modo geral, áreas naturalmente inundadas pelo mar, mas convertidas em campos de cultura através de construção de diques “anti-sal” localizados a jusante dos braços de rios, impedindo assim a passagem da água salgada para montante. Presentemente, culturas de arroz nestas áreas são afetadas pela inundação costeira, sobretudo quando ocorre galgamento e/ou rompimento de diques anti-sal devido à altas marés ou SM, como aconteceu na altura do Tempestade Fred em 2015. A ENM tenderá a reduzir as terras de agricultura urbana e periurbana, pois áreas cada vez maiores passarão a estar permanentemente ou frequentemente inundadas, comprometendo o cultivo do arroz e de outras culturas, meios de subsistência de muitas famílias, que segundo Acioly Jr (1993) já estão ameaçadas pela rápida urbanização desordenada nas últimas décadas.

Por outro lado, o avanço da malha urbana para áreas com cotas baixas suscetíveis à inundação costeira coloca pessoas, habitações e infraestruturas sob risco. Basta uma parcela de terra inundável pelas marés ficar seca por alguns anos (e.g. por exemplo por causa dos diques que protegem as terras agrícolas do avanço da água do mar), para que se observe o avanço da urbanização sobre esta área vulnerável. Os bairros de Cuntum Madina e Quelelé (ver Figura 5.2), no Sudoeste da cidade, são um exemplo. Hoje, estes bairros predominantemente residenciais e compostas por habitações maioritariamente precárias, apresentam maior risco de inundação costeira. O risco dessa área é caracterizado pela grande extensão da área construída e elevada quantidade de casas em condições precárias localizadas em áreas inundáveis. Saliente-se que as partes desses bairros localizadas a cotas mais baixas já experimentam severas consequências da inundação costeira. Nos últimos anos, devido à inundação costeira recorrente dessas zonas, principalmente durante marés vivas, alguns moradores viram-se obrigados a abandonarem as suas casas, enquanto outros continuam a conviver com o risco, que também ameaça infraestruturas públicas (Figura 5.5A, B e C). A zona velha da cidade, conhecida como “Bissau Velho”, onde se concentram escritórios e atividade comercial, também estará ameaçada

pela inundação costeira. Por exemplo, as casernas de fuzileiros navais da Marinha de Guerra Nacional, localizadas nesta zona, já são periodicamente inundadas pelas marés vivas (Figura 5.5D), estando o Estado Maior General das Forças Armadas e o Governo a planearem a mudança dos militares para instalações mais seguras. Outra zona com infraestruturas sob risco de inundação costeira é a zona húmida de cotas baixas localizada entre Bissau “Bissau Velho” e bairro de Antula (ver Figura 5.2), onde está a verificar-se uma explosão de construção de enormes armazéns e fábricas. As zonas mais para o interior da cidade, são afetadas em menor proporção, devido à sua topografia relativamente mais elevada e/ou existência de mais obstáculos, como diques e estradas.

O crescente avanço da urbanização para áreas de cotas mais baixas e expostas à inundação, que contribui para aumentar a vulnerabilidade e o risco, pode ser atribuído ao rápido crescimento populacional da cidade, falta de consciencialização da população e fraca atuação das autoridades municipais e do governo central em termos do planeamento e gestão do território. Se se verificar os cenários de ENM considerados neste estudo e se não forem tomadas medidas de adaptação, o risco de inundação tenderá a agravar-se progressivamente nas zonas acima referidas e afetando outras atualmente não afetadas (e.g. terminais dos portos localizados em Bissau Velho), atingindo situação mais gravosa em 2100.



Figura 5.5 - Efeitos de inundação costeira em Bissau: A e B – casas abandonadas devido a inundação costeira no Bairro de Cuntum Madina ; C – escola em área de risco de inundação costeira no Bairro de Cuntum Madina; D – inundação por marés águas vivas no quartel da Marinha em “Bissau Velho”

Na Ilha de Bubaque, a inundação estende-se maioritariamente por área rural e afastada de povoações, afetando especialmente áreas do mangal e, em alguma medida, áreas de palmeiras e outra vegetação arbórea. Na cidade de Bubaque, onde se concentra a maior parte da população e infraestruturas da ilha, a inundação propaga-se mais na zona de cotas mais baixas localizadas a Sudeste (Bairro de Luanda) do que nas outras zonas com maior altitude (ver Figura 5.3), mas seus efeitos atualmente são pouco significativos. Se se verificar os cenários de ENM considerados no estudo e sem adaptação, o risco de inundação aumentará progressivamente, atingindo também as zonas da cidade relativamente mais altas, particularmente entre 2083 e 2100 (ver Figura 5.3), o que causaria danos à infraestruturas muito próximas ao mar,

nomeadamente infraestruturas turísticas e o terminal portuário. Na localidade de Bruce, Sul da ilha, danos a alguns hotéis contruídas em áreas de cotas baixas junto à praia podem ocorrer até 2041. Note-se que na ilha de Bubaque não se pratica agricultura em terras inundadas, normalmente o Bijagó (maior grupo étnico na Ilha) pratica a agricultura de sequeiro nas ilhas próximas a Bubaque, principalmente na ilha de Rubane.

Na Secção de Suzana, a inundação propaga-se mais a Sudeste, precisamente junto do estuário do Rio Cacheu, uma região de baixa altitude e onde se desenvolveram várias aldeias, algumas completamente ilhadas por braços de rio: Djobel, Elia, Bulol, Djifunco, Eossor, Elalab Arame e Edjim (ver Figura 5.4). Estas aldeias, que concentram boa parte da população do Sector (INEC, 2009), já são afetadas pela inundação, que atinge principalmente terras agrícolas e habitações. Destas aldeias, na situação presente merece especial atenção Djobel, uma ilha com 223 habitantes (INEC, 2009), seriamente afetada pela água do mar. A aldeia fica praticamente coberta durante a preia-mar, o que obriga os habitantes a construírem diques e elevarem os terrenos em volta das casas (Figura 5.6) para as protegerem, além de terem a sua mobilidade reduzida durante esse período, uma vez que nessa altura a deslocação duma *moran a*⁴ para outra só pode ser feita de canoa ou usando dique, quando existem. A agricultura nesta ilha tem sido afetada pela intrusão de água salgada nos campos de cultivo, devido a frequente rompimento/galgamento de diques anti-sal pela água, sobretudo durante tempestades. Também, devido à intrusão salina, os habitantes de Djobel já não possuem água doce, tendo de deslocar-se de canoa para a buscar nas aldeias vizinhas.

⁴ Conjunto de casas em que habita uma família



Figura 5.6 - Inundação por marés de águas vivas, mostrando também dique elevação de terrenos em volta das casas na aldeia de Djobel (Suzana)

A inundação manifesta-se com maior intensidade durante eventos extremos como tempestades, e seus efeitos tornam-se mais devastadores. Por exemplo, em agosto de 2015 a *Tempestade FRED* causou enormes prejuízos em Djobel e em várias outras aldeias. Nessa altura, o *Comité*⁵ de Djobel indicou que “a água salgada estragou todas as bolanhas, entrou nas nossas casas e neste momento toda gente, incluindo mulheres, são obrigadas a praticarem atividades pesqueiras para poderem viver” (Nango, 2015, par. 10). A situação dos habitantes de Djobel tem-se agravado e as autoridades já estão a tomar diligências para que sejam retirados da ilha e realojados na parte continental. Entretanto, tem havido resistência dos ocupantes tradicionais da área em que se pretende realojar as vítimas, o que recentemente resultou em confrontos. A respeito, C. J. Insumbo indicou que “houve um primeiro confronto de tiros no mês de Fevereiro

⁵ Pessoa que representa uma aldeia de que é residente junto às autoridades, não tendo, porém, vínculo empregatício com este.

[de 2019] entre os habitantes de Djobel e da Arame, (provocou três feridos) na sequência da desmatagem e cortes de cajueiros na parte continental que a administração do sector de São Domingos disponibilizou para acolher os habitantes de Djobel, na fronteira entre Elia e Arame” (e-mail pessoal, junho 4, 2019). Ele também referiu que no dia 31 de Maio de 2019 uma delegação do Ministro de Interior deslocou-se à zona do conflito e, junto com Associação Onenoral dos Filhos e Amigos da Secção de Suzana (AOFASS), reuniram as partes em conflito, tendo as autoridades garantido uma solução que permita realojar a população de Djobel na parte continental o mais breve possível, através de processos participativos a serem desencadeados pelo Ministério da Administração Territorial (e-mail pessoal, junho 4, 2019). Com isto observa-se que em Suzana o número real da população em risco de inundação é bastante maior do que os números médios apresentados na Tabela 5.4 (pelo menos no presente e em 2041), dada a localização da aldeia de Djobel (com 223 habitantes) em área atualmente quase totalmente inundável.

Se se verificar os cenários de ENM considerados neste estudo, até 2041 passarão por situação similar a atualmente enfrentada por Djobel as aldeias de Elalab, Elia e Bulol. E até 2100 passarão pela mesma situação ou pior, as aldeias de Djifunco, Eossor, Arame, Edjim e Catão; se ocorrer colapso de antártica, Suzana e Nhiquim serão afetadas (ver Figura 5.4).

Os felupes, principais habitantes da Secção de Suzana, tradicionalmente habitam nas proximidades do mar/rio, onde praticam a agricultura de subsistência (basicamente arroz de terras inundadas) e a pesca como principais atividades. Se os cenários projetados da ENM se observarem, o risco de inundação será cada vez maior e poderá comprometer seriamente a situação de subsistência das famílias e contribuir fortemente para o aumento do êxodo rural e/ou criar refugiados climáticos. E, como realçado por Pittock (2009), acomodar essas pessoas forçadas a deixar as suas terras criaria um grande problema social e político nas destinações, como conflitos internos, pobreza e doenças, por exemplo.

5.4 Conclusão

Foi utilizada uma metodologia simplificada, que considera um modelo de inundação de superfície única, para avaliar risco de inundação em três áreas costeiras da Guiné-Bissau. Este estudo constitui uma primeira quantificação e cartografia da extensão de área potencialmente inundada para a cidade de Bissau, ilha de Bubaque e Secção de Suzana considerando a condição presente (2018) e cenários futuros da ENM (2041, 2083 e 2100). A área terrestre e o número de pessoas potencialmente em risco de inundação aumenta significativamente e progressivamente do

presente para os diferentes cenários futuros em todas as áreas de estudo. No presente, a inundação apresenta consequências socioeconómicas consideráveis em Suzana e Bissau, como danos de habitações e infraestruturas e perdas de terra e produção agrícola; enquanto que em Bubaque não se verificam grandes danos. Os esforços de proprietários de habitações, infraestruturas e agricultores e autoridades têm sido insuficientes para reduzir os riscos da inundação costeira, como é esperado para populações costeiras pobres devido à falta de recursos (World Bank, 2011). Se os cenários da ENM considerados neste estudo ocorrerem, poder-se-á assistir nas próximas décadas a perturbações económica e social cada vez maiores nas áreas estudadas como resultado de perda de propriedades e meios de subsistência e migração forçada, principalmente em Suzana e Bissau. Pode-se considerar que a inundação costeira será um dos impactos mais significativos das alterações climáticas na zona costeira da Guiné-Bissau durante o século XXI.

A metodologia utilizada pode servir para a realização de estudos similares em outras localidades costeiras da Guiné-Bissau. Os resultados apresentados podem ser usados de forma prática em cenários de adaptação, pois fornecem a investigadores e decisores de políticas uma visão de potenciais impactos de inundação costeira no presente e no futuro, e potencializa a investigação, criação e implementação de políticas de adaptação sustentáveis.

A consideração de cenários futuros da ENM no planeamento de uso e ocupação do solo urbano/rural pode evitar a ocupação inadequada de áreas de risco de inundação, dirigindo a urbanização e atividades económicas para as zonas mais seguras, tornado estas áreas mais adaptadas e resilientes a possíveis cenários das alterações climáticas.

Capítulo 6

6 Percepção pública da elevação do nível do mar e estratégias de adaptação na zona costeira da Guiné-Bissau

Resumo

A percepção pública da elevação do nível do mar (ENM) e outros fatores climáticos é importante para a preparação de adaptação. Este trabalho analisou a percepção de *stakeholders* locais sobre a alteração do nível do mar e outros fatores climáticos e riscos dos seus impactos (particularmente erosão e inundação costeira) em diferentes áreas costeiras da Guiné-Bissau (Bissau, Bubaque e Suzana), explorando também medidas e barreiras de adaptação. Um total de 138 questionários (Bissau, 55; Bubaque, 30; Suzana, 53) foram aplicados a cinco grupos de *stakeholders*: população local, poder público, ONGs, empresas e investigadores. Os dados foram analisados utilizando o software de análise estatísticas de dados SPSS versão 24, Excel e software R versão 3.6.0. Os resultados demonstraram que a maioria de *stakeholders* acredita que, nos últimos 10 a 20 anos, ocorreu a ENM e alterações de outros fatores climáticos e os seus efeitos adversos nas comunidades aumentaram. Os efeitos negativos foram sentidos principalmente nas habitações e infraestruturas e na agricultura. Há uma associação da percepção com área de estudo, refletindo as características biofísicas e socioeconómicas de cada local. Foram identificadas várias medidas de adaptação já praticadas (Bissau, 11; Bubaque, 5; Suzana, 5) e futuras (Bissau, 13; Bubaque, 10; Suzana, 13), assim como barreiras de adaptação (Bissau, 12; Bubaque, 12; Suzana, 12), variando os tipos com o local. Face à ENM esperada a melhoria das medidas praticadas e aplicação de novas medidas será necessária.

Palavras-chave: elevação do nível do mar, percepção pública, erosão e inundação costeira, medidas de adaptação, Guiné-Bissau

6.1 Introdução

Vários estudos evidenciam que a elevação acelerada do nível médio do mar (NMM) devido ao aumento de concentração de gases com efeito estufa na atmosfera irá continuar ao longo deste século (Jackson, Grinsted e Jevrejeva, 2018; Jevrejeva *et al.*, 2016; Le Bars, Drijfhout e De Vries, 2017; Sweet *et al.*, 2017). Consequentemente, espera-se o agravamento de impactos adversos em comunidades costeiras, incluindo o aumento da intensidade e frequência da inundação, aceleração da erosão costeira, aumento da intrusão de água salgada em aquíferos e estuários, alterações nos ecossistemas, com consequente perda de valor económico, cultural e de subsistência, podendo levar ao deslocamento de populações humanas (Dolan e Walker, 2004; Gornitz, White e Cushman, 1991; Hunt e Watkiss, 2011; Klein e Nicholls, 1998). Com efeito, a grande concentração populacional que se verifica em zonas costeiras em todo mundo irá expor mais pessoas e ativos a riscos associados à ENM nas próximas décadas (IPCC, 2014; McGranahan, Balk e Anderson, 2007). Populações de zonas costeiras de baixa altitude (ZCBA) dos países em desenvolvimento são particularmente vulneráveis à elevação do nível do mar

(ENM) e outros riscos costeiros, por falta de recursos que as torna menos capazes de se adaptar (Barbier, 2015; World Bank, 2011). Como a elevação acelerada do nível do mar é inevitável nas próximas décadas e devido à importância socioeconômica e ambiental das zonas costeiras, estudos e iniciativas têm sido desenvolvidos para preparar estas comunidades para lidarem com os impactos da ENM.

De acordo com Conde e colegas (2005), o principal recurso para a adaptação às alterações climáticas são as pessoas e seu conhecimento e expertise. Nesse sentido, Fatoric e Morén-Alegret (2013) consideram que é fundamental compreender a percepção pública porque representa uma componente chave do contexto sociopolítico em que os formuladores de política climática operam. A percepção pública é um pré-requisito para a adaptação às alterações climáticas (Maddison, 2007) que determina se uma dada alteração merece ou não resposta (Alessa *et al.*, 2008). Esta percepção é fundamental para o desenvolvimento de políticas sólidas e obtenção da aceitação das mesmas (Burger *et al.*, 2016), contribuindo para a construção de resiliência sustentável e aumento da capacidade de adaptação (Mercado, 2016). Por exemplo, quando comunidades locais percebem os riscos das alterações climáticas, elas tornam-se mais responsáveis e pró-ativas na abordagem da política climática (Brody *et al.*, 2008). Pelo contrário, a falta de percepção pública é um dos obstáculos na adaptação (Cloutier *et al.*, 2015). Em geral, comunidades costeiras mantêm relações estreitas com o seu ambiente e detêm valiosos conhecimentos sobre esse ambiente (Stervinou *et al.*, 2013), podendo por isso a avaliação da sua percepção dar uma valiosa contribuição para impulsionar a investigação e planeamento de adaptação à ENM. Vários estudos sugerem que a percepção de riscos dos impactos associados às alterações climáticas e ENM pode variar entre indivíduos, grupos sociais e comunidades. Essa percepção pode ser influenciada por condições geográficas (Friesinger e Bernatchez, 2010; Qasim *et al.*, 2015; Teka *et al.*, 2013; Teka e Vogt, 2010), económicas, sociais e culturais (Deressa, Hassan e Ringler, 2011; Mercado, 2016; Patt e Schroter, 2008), ou por fatores subjetivos, como experiência, sensibilidade, personalidade, relação pessoal com o ambiente entre outras (Stervinou *et al.*, 2013). A escolha de medidas de adaptação também pode variar entre grupos específicos, refletindo os seus interesses ou atividades (Barnett *et al.*, 2013). Por exemplo, Teka e Vogt (2010) avaliaram a percepção de *stakeholders* locais na zona costeira de Benim sobre riscos costeiros e constataram que a percepção variava de acordo com grupos sociais, tal como a etnia, idade e as condições em que moravam. Estudo de Qasim et colegas (2015) no Paquistão mostrou que pessoas mais próximas de corpos de água tinham maior percepção de risco de inundação do que os mais distantes. Em Moçambique, trabalho de Patt e Schroter (2008) mostrou que agricultores e formuladores de

políticas tinham percepções diferentes quanto à gravidade de riscos climáticos e potenciais consequências negativas das medidas de adaptação. Inquérito de Maddison (2007) com agricultores de 11 países africanos sobre alterações climáticas (precipitação, temperaturas, secas) mostrou que aqueles com maior experiência na agricultura tinham mais tendência a perceber as alterações climáticas.

Diferentes percepções de *stakeholders* das alterações climáticas podem influenciar a tomada de decisão e ação de adaptação (Adger *et al.*, 2009; Imbach e Beltrán, 2014), levando ou ao apoio ou à oposição às políticas climáticas (Leiserowitz, 2005). Assim, em processos de adaptação deve-se sempre envolver todos os *stakeholders* relevantes por forma a garantir que uma ampla gama de percepções seja tomada em conta (Haque *et al.*, 2012), para que as decisões e estratégias de adaptação integrem e beneficiem das diferenças de percepções. Entretanto, Tol e colegas (2006), ressaltam que investigar a percepção de *stakeholders*, particularmente sobre impactos da futura ENM, é um grande desafio devido à baixa taxa de progressão do mar ao longo de uma extensa janela temporal, o que é desfasado com a preocupação de atores com problemas de curto prazo.

É importante que as comunidades costeiras percebam bem a dimensão de risco dos impactos negativos atuais e futuros da elevação acelerada do nível do mar, assim como de outros fenómenos climáticos e atividade humana, antes de levar a cabo qualquer estratégia, opção ou medida de adaptação. Uma análise cuidadosa da percepção de *stakeholders* locais pode disponibilizar informação útil e revelar o estado de preparo da comunidade costeira em empreender ações concretas de adaptação à ENM. Na Guiné-Bissau, um país com extensa zona costeira de baixa altitude, verifica-se uma lacuna em termos de investigação neste aspeto. Este artigo teve os seguintes objetivos: (i) analisar a percepção de *stakeholders* locais sobre alterações climáticas e ENM e riscos de seus impactos; (ii) identificar estratégias utilizadas pelas comunidades locais para lidar com os impactos da ENM e explorar possíveis medidas de adaptação futuras; (iii) identificar barreiras de adaptação local à ENM. O estudo focou-se principalmente na percepção de *stakeholders* locais em três localidades costeiras da Guiné-Bissau (Bissau, Bubaque e Suzana – descrição das áreas no capítulo 2, seção 2.3), sobre a erosão costeira e inundação costeira, explorando a sua experiência e visão de adaptação aos impactos das alterações climáticas e ENM. O resultado do estudo disponibiliza informações importantes para a comunidade científica e gestores costeiros e *stakeholders* sobre o planeamento de adaptação sustentável à ENM nas comunidades costeiras na Guiné-Bissau.

6.2 Metodologia

A abordagem metodológica baseou-se em inquérito por questionário (ver capítulo 3) com *stakeholders* nas três áreas de estudo. Os *stakeholders* foram identificadas com base nas orientações de Prutsch e colegas (2010), e incluem os seguintes grupos:

- População local - agricultores, pescadores, associações comunitárias, de jovens e de mulheres, estudantes, chefes tradicionais, outros profissionais e residentes;
- Poder público - membros do governo local e nacional, representantes de diversos departamentos de governos local e central;
- ONGs - organizações não governamentais do ambiente e do desenvolvimento comunitário que intervêm na área de estudo;
- Setor privado/empresas - operadores económicos e organizações empresariais de diversas áreas, incluindo turismo e hotelaria, comércio geral, seguros, etc;
- Investigadores/cientistas - investigadores em universidade e/ou outras instituições de investigação.

A representatividade de grupos de *stakeholders* reflete a sua presença em cada área de estudo. Do grupo de população local, foram preferencialmente inquiridas pessoas que vivem na zona há pelo menos 10 anos, com o objetivo de garantir que conheçam bem a área e estejam em condições de se pronunciarem sobre possíveis alterações de fenómenos climáticos e processos costeiros e seus efeitos, uma vez que muitas destas geralmente se manifestam a longo prazo. Não se conseguiu a representatividade de 50% inicialmente pretendida para ambos os sexos, devido principalmente a dois motivos: (i) as mulheres manifestavam pouca disponibilidade para responder; (ii) poucas mulheres ocupavam cargos de direção (ex. entidades públicas, ONGs), o que está de acordo com estudo de Assunção (2018) que concluiu que na Guiné-Bissau as mulheres estão sub-representadas nos órgãos de decisão política. A caracterização detalhada da amostra é apresentada na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Caracterização da amostra populacional (%) por cada uma das três áreas. Legenda: PL – população local; PP – poder público; SP – setor privado/empresas; IN – investigadores/cientistas; M – masculino; F – feminino; NF – não frequentou; BS – ensino básico ou secundário; ES – ensino superior

Categorias	Variáveis	Bissau (n=55)	Bubaque (n=30)	Suzana (n=53)
Grupos	PL	63,64	66,67	77,36
	PP	12,37	10,00	11,32
	ONG	7,27	16,67	9,43
	SP	9,09	3,33	0,00
	IN	7,27	3,33	1,89
Sexo	M	67,27	73,33	75,47
	F	32,73	26,67	24,53
Faixa etária	≤35 (Jovem)	50,91	50,00	75,47
	>35 (Adulto)	49,09	50,00	24,53
Escolaridade	NF	10,91	6,66	5,66
	BS	25,46	66,66	56,60
	ES	63,64	26,66	37,73
Anos de residência na área	≤10	9,09	13,33	16,98
	11-20	10,91	20,00	5,66
	>20	80,00	66,67	77,36

A recolha de dados foi realizada entre março e abril de 2017 a outubro de 2018. Uma versão preliminar do questionário foi usada para realizar um pré-teste com 10 pessoas em Bissau e, após devida revisão, a versão final foi elaborada e aplicada. O questionário contém um total de 12 perguntas (9 fechadas e 3 abertas) e foi subdividida em duas partes: 1) conhecimento, impactos e vulnerabilidade às alterações climáticas e ENM; 2) experiência e visão sobre as opções/medidas e barreiras de adaptação às alterações climáticas e ENM (ver Anexo 2). A primeira parte contém perguntas que visam captar o ponto de vista dos respondentes sobre a ocorrência das alterações climáticas e ENM e seus impactos e vulnerabilidade da população e bens; a segunda visa coletar informações sobre as experiências e visão para lidar com as consequências do ENM, bem como as potenciais barreiras.

Um total de 138 questionários foram aplicados pessoalmente pelo investigador (Figura 6.1), que faz as perguntas e preenche o formulário conforme indicações dos respondentes. Em Suzana, o investigador teve apoio de um funcionário do Ministério do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, familiarizado com o tema. Em alguns casos, por falta de tempo dos respondentes (apenas pessoas que sabem ler, e maioritariamente pessoal de curso superior e dirigente), os questionários foram entregues pessoalmente e recolhidos depois de serem respondidos. Nesses casos, os inqueridos foram instruídos a não responderem a perguntas em que tivessem dúvidas até obterem esclarecimento do investigador.



Figura 6.1 - Recolha de dados através de inquérito por questionário. A – Inquérito com o régulo (chefe tradicional) de Djifunco (Suzana); B – viagem a aldeia de Djobel (Suzana)

Os dados foram analisados utilizando o software de análise estatísticas de dados SPSS versão 24 e Excel. Através de análise de tabulação cruzada, foram analisadas as frequências de todas as questões fechadas para cada área de estudo, permitindo também uma comparação entre as três áreas. Partindo da hipótese de que a variabilidade espacial de riscos de impactos das alterações climáticas e ENM influenciam a percepção de comunidades costeiras, nas perguntas fechadas foi realizada a análise de estatística inferencial através do teste de Qui-quadrado, para caracterizar e compreender possíveis associações entre a percepção de diversas variáveis com a área de estudo. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos ao nível de significância de 5% ($p\text{-value} < 0,05$), e o significado prático dos resultados é discutido. Adicionalmente, foi analisada a possível correlação entre a percepção de alteração de fenómenos relacionados com as alterações climáticas e ENM (pergunta 1) com as características de respondentes constantes na Tabela 6.1.

Nas perguntas abertas, as medidas e as barreiras de adaptação identificadas pelos inquiridos foram agrupadas (categorizadas) pelo investigador conforme sua similaridade para construir novas tipologias de medidas, mais abrangentes.

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Conhecimento, impactos e vulnerabilidade

Baseado no resultado do questionário, os respondentes estão conscientes da alteração da ocorrência e intensidade de fenómenos relacionados com as alterações climáticas e ENM, comparando a situação presente com 10 ou 20 anos atrás. As mudanças mais observadas foram a diminuição do período chuvoso (superior a 83%) e volume anual de chuva (cerca de 80%), em contraste com o aumento da erosão costeira (entre 73% a 94%), temperatura (80% a 89%), nível relativo do mar (69% a 93%), frequência da inundação (63% a 89%), intensidade da inundação (52% a 85%) e intrusão de água salgada em águas subterrâneas e superficiais (58% a 72%) para Bissau, Bubaque e Suzana, respetivamente (Tabela 6.2). A percepção sobre alterações de chuva e temperatura é consistente com os dados da DGMN (2007), que mostram o aumento da temperatura assim como a diminuição do período e volume de chuva nas últimas décadas na Guiné-Bissau. Em outros estudos realizados na África Ocidental, *stakeholders* tiveram a percepção da diminuição de precipitação e do aumento de temperatura (Apata, Samuel e Adeola, 2009; Dieye e Roy, 2012; Ebi *et al.*, 2011; Mertz *et al.*, 2009). Também a percepção da inundação, erosão e intrusão salina está de acordo com o Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas” da Guiné-Bissau - PANA (República da Guiné-Bissau, 2006).

Os dados acima descritos e especificados na Tabela 6.2 mostram que existe variação nas percentagens das variáveis analisadas. O teste de independência do Qui-quadrado realizado mostrou resultados estatisticamente significativos para a percepção das alterações climáticas da maioria das variáveis com as três áreas de estudo: nível relativo do mar (NM), frequência de inundação marítima, intensidade de inundação marítima (II), e intrusão de água salgada em água superficial e subterrânea (IS); por outro lado, não há associação significativa entre área de estudo com as variáveis duração do período chuvoso (DC), volume anual de chuva (VC), temperatura (T) e erosão costeira (EC) (esta última com valor-p muito próximo de 0.05) (ver Tabela 6.2).

Esse resultado sugere que a manifestação diferenciada dos diferentes fatores em cada área de estudo e/ou exposição da comunidade costeira aos seus efeitos exercem influência sobre a percepção de *stakeholders*. De um lado, os fatores em que não se verifica associação significativa com área de estudo (chuva e temperatura) apresentam pouca variabilidade espacial na Guiné-Bissau (e.g. INM-GB, 2016). Do outro lado, a maior parte dos fatores que apresentam uma associação significativa com a área de estudo revelam maior variabilidade de local para outro.

Por exemplo, a inundação costeira afeta seriamente construções e culturas de arroz em terras de baixa altitude em Bissau e Suzana, mas seus efeitos são diminutos em Bubaque, onde a agricultura é principalmente de sequeiro e áreas residenciais localizadas em zonas relativamente altas (ver Capítulo 5). As associações significativas observadas estão em concordância com vários estudos em zonas costeiras – por exemplo Teka e Vogt (2010) no Benim, Brody e colegas (2008) nos EUA, Qasim e colegas (2015) no Paquistão; Kellens e colegas (2011) na Bélgica e Friesinger e Bernatchez (2010) no Canadá - que mostram que a percepção de comunidades costeiras da ENM e riscos associados variam de acordo com a localização geográfica, influenciada principalmente pelo tipo de costa, tipo de riscos e seus efeitos e processos sociais.

Tabela 6.2 - Opinião dos participantes sobre eventos relativos às alterações climáticas e ENM, nos últimos 10 a 20 anos, nas três áreas. Valores descritos em percentagem. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores $<0,05$ demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos um dos valores registados nas diferentes áreas. Legenda: DC – duração do período chuvoso; VC – volume anual de chuva; T – temperatura; NM – nível relativo do mar; EC – erosão costeira; FI – frequência de inundações marítimas; II – intensidade das inundações marítimas; IS – intrusão de água salgada em água superficial e subterrânea

Alterações climáticas		Bissau	Bubaque	Suzana	<i>p</i>
DC	Aumentou	3,64	6,67	3,77	0,836
	Não Alterou	7,27	6,67	3,77	
	Diminuiu	83,64	86,67	88,68	
	NS/NR	5,45	0,00	3,77	
VC	Aumentou	5,45	6,67	5,66	0,878
	Não Alterou	7,27	6,67	1,89	
	Diminuiu	81,82	80,00	83,02	
	NS/NR	5,45	6,67	9,43	
T	Aumentou	89,09	83,33	79,25	0,609
	Não Alterou	7,27	10,00	9,43	
	Diminuiu	3,64	6,67	7,55	
	NS/NR	0,00	0,00	3,77	
NM	Aumentou	69,09	66,67	92,45	<0,001
	Não Alterou	5,45	3,33	1,89	
	Diminuiu	1,82	20,00	0,00	
	NS/NR	23,64	10,00	5,66	
EC	Aumentou	72,73	83,33	94,34	0,053
	Não Alterou	9,09	3,33	0,00	
	Diminuiu	3,64	6,67	0,00	
	NS/NR	14,55	6,67	5,66	
FI	Aumentou	63,64	46,67	88,68	0,001
	Não Alterou	16,36	23,33	0,00	
	Diminuiu	3,64	0,00	1,89	
	NS/NR	16,36	30,00	9,43	
II	Aumentou	52,73	46,67	84,91	0,002
	Não Alterou	14,55	10,00	0,00	
	Diminuiu	9,09	10,00	0,00	
	NS/NR	23,64	33,33	15,09	
IS	Aumentou	58,18	36,67	71,70	0,047
	Não Alterou	10,91	20,00	9,43	
	Diminuiu	0,00	3,33	0,00	
	NS/NR	30,91	40,00	18,87	

A análise de tabulação cruzada e o teste de independência do Qui-quadrado permitiram também caracterizar possíveis relações entre grupos de *stakeholders*, sexo, idade, escolaridade e tempo

de residência/frequência com a percepção de alterações climáticas e ENM (Anexo 3, Tabelas A e B). Note-se que em geral todos os elementos de todos os grupos tendem a apresentar opiniões relacionadas, indicando a diminuição do período e volume de chuva e o aumento de temperatura, erosão, frequência e intensidade de inundação e intrusão salina (Anexo 3, Tabela A). No entanto, a análise de teste do Qui-quadrado mostra que apenas existe relação significativa entre a percepção de alteração do nível do mar com o grau de escolaridade e a percepção de erosão com anos de residência ou frequência da área de estudo ($p\text{-value} < 0,05$) (Anexo 3, Tabela B).

Estudos realizados por Schmidt e colegas (2014) e Patt e Schroter (2008) com grupos de *stakeholders* (ex. agricultores, organizações locais, cientistas, autoridades públicas) mostram que as percepções de riscos dos impactos das alterações climáticas variam de acordo com o grupo. O resultado de estudo realizado por Safi e colegas (2012) em Nevada (EUA) indicou que o género foi significativo na percepção de risco das alterações climáticas (contrário ao aqui obtido) enquanto a idade não foi significativa (concordante com o resultado aqui obtido). Outro trabalho realizado nos EUA indicou que as mulheres têm uma maior percepção das alterações climáticas e ENM e dos seus impactos do que os homens, assim como também pessoas mais idosas tendiam a ter maior percepção do que as mais novas (Duda *et al.*, 2010). No que diz respeito à escolaridade, estudo nos EUA indicou que pessoas com ensino superior tendem a ter uma percepção de impactos mais gravosos das alterações climáticas e ENM do que pessoas com menor escolaridade, observando-se uma relação significativa, o que coincide parcialmente com este estudo (Anexo 3, Tabela B). Quanto a tempo de residência, alguns estudos sugerem que o tempo ou experiência de comunidades costeiras em lidar com riscos costeiros influenciam a sua percepção (Diakakis, Priskos e Skordoulis, 2018; Kellens *et al.*, 2011), mas Friesinger e Bernatchez (2010) não encontraram influência de anos de residência na percepção de alterações ambientais no Canadá, o que em parte está de acordo com o presente trabalho.

No que diz respeito a tempo de residência/frequência na área de estudo, foi observada relação significativa em relação à erosão costeira, sendo que em todas as outras variáveis a relação não é significativa (Anexo 3, Tabela B). Assim, em grande parte o resultado é contrário a estudos anteriores que sugerem que o tempo ou experiência de comunidades costeira em lidar com riscos costeiros onde vivem influenciam a sua percepção (Diakakis, Priskos e Skordoulis, 2018; Kellens *et al.*, 2011). Em geral, o resultado é suportado por Cloutier e colegas (2015) que enfatizam que atores locais, ainda que não sejam especialistas, geralmente têm um bom conhecimento de eventos climáticos.

Inquiridos sobre a origem das alterações climáticas e ENM, com possibilidades de indicarem mais do que uma opção, a maioria dos respondentes considera que elas são causadas por “fatores antrópicos” (Tabela 6.3). O resultado vai ao encontro ao de Ishaya e Abaje (2008) em comunidades rurais da Nigéria, em que a maior parte de respondentes indicou que as alterações climáticas ocorrem principalmente como resultado da atividade humana. No entanto, outros estudos realizados noutras comunidades costeiras da África Ocidental obtiveram resultados contrários, indicando a maioria de respondentes que entes sobrenaturais/Deus ou mudanças normais da natureza são as principais causas das alterações climáticas e ENM (Evadzi *et al.*, 2018; Teka *et al.*, 2013). Diferentes estudos realizados com agricultores em vários países africanos também mostram que a maioria dos inquiridos acredita que as alterações climáticas são causadas por Deus e eventos naturais comparativamente aos que indicaram a causa humana (e. g. Apata, Samuel e Adeola, 2009; Debela *et al.*, 2015; Moyo *et al.*, 2012; Patt e Schroter, 2008; Yaro, 2013). Diferenças na percepção das causas das alterações climáticas estão relacionadas, entre outros aspetos, com educação e acesso a informação climática, contextos culturais e religiosos, grupos sociais, riqueza, ideologia/orientação política e visões específicas (ver Apata, Samuel e Adeola, 2009; Debela *et al.*, 2015; Hamilton, 2016; Morrison, Duncan e Parton, 2015; Patt e Schroter, 2008; Safi, Smith e Liu, 2012), que geralmente variam no espaço e tempo.

Tabela 6.3 - Opinião dos participantes sobre as causas que originaram alterações climáticas e elevação do nível do mar, Valores expressos em percentagens

Causas	Bissau	Bubaque	Suzana
Fatores antrópicos	80,00	66,67	64,15
Fatores naturais	34,55	50,00	52,83
Entes sobrenaturais (Deus ou irã)	15,55	10,00	15,09
Outras Causas	1,82	0,00	0,00
NS/NR	3,64	13,33	5,66

Diferentes interpretações sobre as causas das alterações climáticas e ENM podem ter influência no comportamento das pessoas e na forma de lidar com os impactos desses fenómenos. Por exemplo, as pessoas que acreditam nas causas antropogénicas das alterações climáticas percebem mais os riscos das alterações climáticas do que aqueles que não acreditam (Safi *et al.*, 2012) e mostram-se mais dispostos a apoiar políticas de mitigação e adaptação (Morrison, Duncan e Parton, 2015).

Solicitados a opinarem sobre a medida em que algumas atividades humanas afetam a dinâmica da linha de costa, os respondentes tiveram opiniões dispersas. Observa-se que as seguintes atividades foram mais avaliadas negativamente nas três áreas de estudo: destruição de

vegetação costeira (mangal etc), como “afeta muito” ou “afeta extremamente”; extração de areias litorais, como “afeta muito” ou “afeta extremamente” extração de outros recursos minerais, como “afeta muito” ou “afeta extremamente” (Tabela 6.4A). A opção “não afeta” foi mais indicada para as atividades: construção de barragens/diques anti-sal em bolanhas e construção (habitações, estradas, portos e pontes) em áreas baixas ou dunares vulneráveis. O teste de independência do Qui-quadrado realizado indicou uma associação significativa com a área de estudo das variáveis “extração de recursos minerais” e “construção em áreas baixas ou dunares vulneráveis”.

Em geral os respondentes perceberam que a atividade humana contribui de alguma forma na alteração da linha de costa. Num estudo realizado na costa portuguesa, *stakeholders* perceberam que atividades humanas (ex. construção de quebra-mares e habitações, portos, barragens, extração de areia) têm contribuído para o aumento da erosão costeira (De Almeida, Craveiro e Vilas-Boas, 2016), o que contribui fortemente para a alteração da dinâmica de costa. Também, mais de 50% de pessoas entrevistadas em quatro regiões do Canadá acreditavam que modificações antropogénicas da zona costeira aumentam a erosão costeira (Friesinger e Bernatchez, 2010).

As atividades aqui descritas caracterizam o uso e a ocupação do solo na zona costeira da Guiné-Bissau e a suscetibilidade das pessoas e bens ao risco de erosão e inundação costeira está intimamente relacionada com elas. Por exemplo, o extenso ecossistema de mangal que cobre grande parte da costa fornece proteção contra erosão e inundação costeira, podendo, portanto, a sua destruição aumentar o risco desses fenómenos (UICN e MDRA, 1992).

Embora os inquiridos tenham tido pouca perceção dos impactos de construção de barragens/diques anti-sal na dinâmica da costa (ver Tabela 6.4A), essas estruturas geralmente têm efeitos negativos na biodiversidade, além de redução de fornecimento de sedimento e fluxo de água durante cheias, contribuindo para o aumento da erosão costeira (Goussard e Ducrocq, 2014). A construção de habitações em áreas costeiras baixas expõe pessoas ao risco de inundação (ver Capítulo 5). Os impactos resultantes de atividades humanas têm preocupado as autoridades guineenses (República da Guiné-Bissau, 2006) e esforços têm sido feitos, por exemplo, através do Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas, para conservar a vegetação costeira nativa, particularmente o ecossistema de mangal.

Ao responderem sobre o nível em que alguns sectores na zona costeira são afetados por impactos da ENM, particularmente a erosão e inundação costeira, os inqueridos mostraram opiniões dispersas. Destacam-se com avaliação de “muito afetado”, a agricultura (30 a 50%), recursos hídricos (33 a 43%), habitações e infraestruturas (33 a 43%). Ao contrário, tiveram

destaque como atividades “não afetadas”, a pesca (27 a 34%) e a pecuária (21 a 44%) (Tabela 6.4B). As associações significativas com a área de estudo são observadas nas seguintes variáveis: agricultura, pecuária e turismo (ver Tabela 6.4B).

Em geral, esse resultado indica que os respondentes perceberam que os diversos setores são afetados, ainda que em graus diferentes. Em trabalhos anteriores, *stakeholders* locais também perceberam os efeitos negativos de ENM nos transportes, agricultura, saúde, infraestruturas e ecossistemas (Duda *et al.*, 2014; Rabbani, Rahman e Mainuddin, 2013; Sakawi e Awang, 2017). Os setores considerados são geralmente afetados por impactos da ENM (Klein e Nicholls, 1998), e muitos deles já são severamente afetados na Guiné-Bissau (ver Cap. 3 e 4; República da Guiné-Bissau, 2006; UICN e MDRA, 1992). Por outro lado, são setores de extrema importância em termos socioeconômicos na Guiné-Bissau. Por exemplo, cerca de 80% dos empregados do país trabalham no setor de agricultura, que contribui com cerca de 50% do PIB e mais de 90% de exportação (República da Guiné-Bissau, 2006), e o cereal mais produzido e consumido, o arroz, é principalmente cultivado em terras costeiras frequentemente inundadas. A importância das terras costeiras inundadas na produção de arroz e subsistência das famílias pode ter sido um fator que levou a maior parte de *stakeholders* a perceberem os efeitos negativos da ENM sobre o setor de agricultura.

Tabela 6.4 - Opinião dos participantes sobre: A) impactos de atividade humana na dinâmica da linha de costa nas diferentes áreas; e B) impactos da elevação do NM nos diversos setores típicos das zonas costeiras. Valores expressos em percentagens. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos uma das áreas analisadas. Legenda: A) AE – afeta extremamente; AMt – afeta muito; AMo – afeta moderadamente; AP – afeta pouco; NA – não afeta; NS – não sabe/não responde; e B) EA extremamente afetado, MtA – muito afetado, MoA – moderadamente afetado, PA – pouco afetado NA – não afetado, NS – não sabe/não responde

A)

Atividades humanas	Bissau						Bubaque						Suzana						p
	AE	AMt	AMo	AP	NA	NS	AE	AMt	AMo	AP	NA	NS	AE	AMt	AMo	AP	NA	NS	
Destruição de vegetação costeira para agricultura e outros fins	23,64	52,73	9,09	5,45	1,82	7,27	36,67	53,33	3,33	0	3,33	3,33	37,74	33,96	7,55	9,43	9,43	1,89	0,192
Extração de areias litorais	18,18	41,82	10,91	7,27	5,45	16,36	20	50	10	3,33	6,67	10	11,32	45,28	5,66	11,32	18,87	7,55	0,358
Extração de recursos minerais	9,09	34,55	12,73	14,55	3,64	25,45	16,67	36,67	16,67	3,33	10	16,67	22,64	41,51	5,66	0	20,75	9,43	0,004
Construção de barragens anti-sal (diques) em bolanhas	0	7,27	9,09	18,18	45,45	20	0	10	6,67	23,33	23,33	36,67	0	3,77	7,55	16,98	60,38	11,32	0,094
Construção em áreas baixas ou dunares vulneráveis	10,91	21,82	21,82	9,09	20	16,36	3,33	26,67	10	20	33,33	6,67	3,77	9,43	5,66	15,09	58,49	7,55	0,002
Outros	0	3,64	0	0	0	96,36	0	3,33	0	0	0	96,67	0	0	0	0	0	100	*

* Dada a grande concentração das respostas, considerou-se desnecessária a aplicação do teste do Qui-quadrado.

B)

Setores	Bissau						Bubaque						Suzana						p
	EA	MtA	MA	AP	NA	NS	EM	MtA	MoA	PA	NA	NS	EA	MtA	MoA	PA	NA	NS	
Agricultura	21,82	49,09	12,73	5,45	5,45	5,45	3,33	30,00	20,00	16,67	26,67	3,33	45,28	39,62	5,66	5,66	3,77	0,00	<0,001
Recursos hídricos	14,55	38,18	18,18	3,64	12,73	12,73	10,00	33,33	20,00	6,67	16,67	13,33	18,87	43,40	13,21	11,32	9,43	3,77	0,614
Habitacões e infraestruturas	20,00	32,73	16,36	14,55	7,27	9,09	13,33	30,00	16,67	13,33	20,00	6,67	13,21	43,40	20,75	11,32	9,43	1,89	0,602
Pesca	5,45	18,18	14,55	14,55	27,27	20,00	16,67	16,67	6,67	16,67	30,00	13,33	3,77	18,87	16,98	15,09	33,96	11,32	0,604
Pecuária	1,82	18,18	9,09	21,82	30,91	18,18	3,33	13,33	3,33	30,00	43,33	6,67	11,32	39,62	11,32	11,32	20,75	5,66	0,006
Turismo	9,09	20,00	10,91	21,82	21,82	16,36	0,00	26,67	6,67	33,33	30,00	3,33	18,87	33,96	7,55	9,43	24,53	5,66	0,028
Saúde humana	10,91	30,91	18,18	14,55	10,91	14,55	16,67	20,00	16,67	10,00	26,67	10,00	13,21	28,30	26,42	11,32	16,98	3,77	0,513
Florestas	5,45	20,00	20,00	14,55	25,45	14,55	6,67	23,33	16,67	16,67	16,67	20,00	11,32	32,08	9,43	18,87	22,64	5,66	0,492
Indústria e comércio	9,09	16,36	21,82	12,73	21,82	18,18	3,33	20,00	10,00	26,67	16,67	23,33	9,43	24,53	9,43	22,64	15,09	18,87	0,564
Transporte	7,27	21,82	23,64	18,18	14,55	14,55	3,33	10,00	36,67	20,00	23,33	6,67	7,55	28,30	13,21	18,87	20,75	11,32	0,411

Sobre potenciais efeitos que uma futura ENM poderá representar na vida de pessoas, a maioria de inquiridos considera que será negativa (acima de 95%) (Tabela 6.5). A análise do teste de independência do Qui-quadrado mostra que não existe relação significativa entre as variáveis e a área de estudo ($p = 0,482$). Esse resultado confirma estudos anteriores nos EUA (Duda *et al.*, 2014) e Maldivas (Stojanov *et al.*, 2017) onde maior parte dos inquiridos esperam que a ENM terá impactos negativos futuro, aumentando ameaças e desafios para as zonas costeiras. Também corrobora dados que indicam que a ENM causará vários efeitos negativos na Guiné-Bissau (ACCC, 2012; República da Guiné-Bissau, 2006). Essa consciência sobre possíveis efeitos da futura ENM é importante para a preparação de comunidades costeiras a lidar com esse fenómeno.

Tabela 6.5 - Opinião dos participantes sobre os efeitos de uma futura ENM. Valores expressos em percentagens

Efeitos	Bissau	Bubaque	Suzana	<i>p</i>
Positivos	1,82	0,00	0,00	0,482
Negativos	94,55	96,67	100,00	
NS/NR	3,64	3,33	0,00	

Relativamente ao “Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas” da Guiné-Bissau (PANA), criado pelo Governo com o apoio financeiro do Fundo Mundial para o Ambiente (GEF, sigla inglês) em 2006, a maioria de inquiridos não tem conhecimento de sua existência (entre 50 e 68%) (Tabela 6.6). Esse desconhecimento do PANA pela maioria dos inquiridos pode estar relacionado com os seguintes fatos: (i) possível envolvimento insuficiente de *stakeholders* locais na sua elaboração; (ii) implementação de apenas 1 (um) de 14 medidas/projetos de adaptação resultantes do programa, passados 12 anos da sua criação. Do teste de independência do Qui-quadrado realizado observa-se que as respostas são significativamente influenciadas por área de estudo (ver Tabela 6.6). Isso sugere que as ações desenvolvidas no âmbito do programa possam ter-se concentrado em determinadas áreas comparativamente a outras.

Tabela 6.6 - Opinião dos participantes relativamente ao seu conhecimento sobre o Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PANA). Valores expressos em percentagens

Conhecimento	Bissau	Bubaque	Suzana	<i>p</i>
Sim	47,27	33,33	32,08	0,012
Não	45,45	50,00	67,92	
NS/NR	7,27	16,67	0,00	

É muito importante que *stakeholders* locais tenham conhecimento de um programa desta natureza, porque é junto deles que são implementadas as medidas, e sua aceitação e apoio é indispensável para o sucesso do processo. Como ressaltaram Patt e Schroter (2008), se as

medidas de adaptação concebidas por autoridades não forem reconhecidas por outros *stakeholders* locais como sendo necessárias ou adequadas, a sua implementação poderá não se concretizar.

6.3.2 Adaptação – medidas e barreiras

Solicitados a avaliar como tem sido a atuação de diferentes atores no processo de adaptação à ENM, em particular erosão e inundação costeira, os respondentes consideraram o setor privado como o menos atuante, com 40 a 68% dos inquiridos a indicarem que “não faz nada”; as avaliações mais satisfatórias tendem a concentrar-se na população local e ONGs (Tabela 6.7A). Verifica-se uma relação significativa com a área de estudo nas variáveis “população local”, “poder público” e “setor privado” (ver Tabela 6.7A). Em todas as áreas de estudo todos os *stakeholders* foram mencionados como tendo feito algo para a adaptação, o que sugere que todos têm alguma experiência no processo de adaptação. Um estudo realizado no Reino Unido mostrou que pessoas que tinham experiência com inundação estavam mais dispostas a empreender ações de combate às alterações climáticas (Spence *et al.*, 2011), o que sugere que a falta de experiência dos atores pode constituir uma potencial barreira à adaptação. De acordo com Tol e colegas (2008), a experiência histórica de atores no processo de adaptação à ENM é de extrema importância para a adaptação futura, uma vez que a ENM geralmente modifica problemas existentes ao invés de criar novos.

A adaptação à ENM implica despesas associadas. A Tabela 6.7B apresenta a opinião dos inquiridos sobre que atores devem suportar os custos do processo de adaptação à ENM. Note-se que a maior parte, em todas as áreas de estudo, considera que todos os atores devem assumir parte dos custos. Embora em número reduzido (3 a 16%), o ator “poder público” foi o único mencionado em todas as áreas de estudo como quem “deve assumir totalmente os custos” de adaptação. A distribuição dos resultados sugere que todos *stakeholders* têm consciência da importância da contribuição de todos para assegurar o financiamento de adaptação. Isso é extremamente importante para a Guiné-Bissau onde o governo tem sido incapaz de financiar suficientemente as políticas de adaptação, ficando tal financiamento praticamente dependente da vontade da comunidade internacional. Um estudo realizado na Austrália, os inquiridos manifestaram claramente a disponibilidade de suportar custos de políticas de adaptação e mitigação das alterações climáticas (Pietsch e McAllister, 2010). Em seu trabalho, Barnett e colegas (2013) enfatizam que a falta de clareza quanto a quem deve assumir os custos de adaptação constitui uma importante barreira ao processo de adaptação.

Opinando sobre a importância de diferentes atores para impulsionar o processo de adaptação à ENM, os respondentes tenderam a considerar maioritariamente em todas as áreas de estudo que a participação de todos os atores é “muito importante” ou “extremamente importante”, com destaque para investigadores, poder público, media e comunidade internacional (Tabela 6.7C). Note-se que a população local é o único ator que não foi mencionado em todas as áreas na opção “nada importante”, ao passo que o ator “setor privado” é o único mencionado nas três áreas como “nada importante” e comparativamente menos bem avaliado em relação a todos os outros atores. Os poucos que indicaram a opção “outros” não souberam mencionar algum ator em concreto, salvo em Bissau onde se indicou “escolas”. As associações significativas com a área de estudo são observadas apenas com relação à “população local” e “poder público” (ver Tabela 6.7C). Um estudo feito com comunidade local nos EUA e que avaliou o papel de diversos atores que poderiam promover ações de adaptação à ENM, ao contrário, as organizações privadas foram mais bem avaliadas do que as entidades públicas, que por sua vez obtiveram avaliação melhor do que a população residente (Duda *et al.*, 2014). A importância dada a atores provavelmente estará associada à experiência passada de adaptação (neste caso patente nas Tabelas 6.7A e B) e capacidade técnica-financeiro.

É fundamental que diferentes atores sejam capazes de identificar e reconhecer a importância de outros atores-chave no processo de adaptação, de modo a procurar estabelecer ligações com eles nas suas intervenções. Quando os atores têm uma visão clara da interdependência entre eles e se colaboram, partilhando experiência e ideias, podem mais facilmente obter sucesso nas suas ações. Ebi e Semenza (2008) ressaltam que o desafio de adaptação exige uma vasta gama de conhecimento, o que torna indispensável envolver vários *stakeholders* para garantir que o processo seja eficaz.

Tabela 6.7 - Opinião dos participantes relativamente à atividade dos diferentes grupos na adaptação às alterações climáticas e ENM. A) Como tem sido atuação de cada um dos grupos no processo de adaptação no passado; B) opinião sobre quais principais grupos que devem suportar os custos do processo de adaptação; C) opinião sobre quais os principais grupos importantes para impulsionar a adaptação. Valores expressos em percentagens. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos uma das áreas analisadas. Legenda: PL – população local; PP – poder público; ONG – organização não-governamental; SP – setor privado; CI – comunidade interna; IN – investigadores; MD – media; ER – entidades religiosas

A)

Grupos	Bissau					Bubaque					Suzana					p
	Muito	Suficiente	Pouco	Nada	NS	Muito	Suficiente	Pouco	Nada	NS	Muito	Suficiente	Pouco	Nada	NS	
PL	10,91	10,91	54,55	10,91	12,73	13,33	23,33	36,67	20,00	6,67	32,08	18,87	43,40	5,66	0,00	0,008
PP	1,82	0,00	60,00	27,27	10,91	3,33	6,67	50,00	33,33	6,67	13,21	7,55	22,64	52,83	3,77	0,001
ONG	21,82	18,18	30,91	16,36	12,73	13,33	16,67	33,33	26,67	10,00	22,64	20,75	35,85	13,21	7,55	0,850
SP	7,27	1,82	21,82	50,91	18,18	0,00	20,00	26,67	40,00	13,33	3,77	3,77	9,43	67,92	15,09	0,009
CI	21,82	16,36	25,45	20,00	16,36	6,67	23,33	20,00	40,00	10,00	11,32	9,43	15,09	39,62	24,53	0,080

B)

Grupos	Bissau				Bubaque				Suzana				p
	Totalidade	Parte	Nada	NS	Totalidade	Parte	Nada	NS	Totalidade	Parte	Nada	NS	
PL	0,00	52,73	38,18	9,09	3,33	63,33	23,33	10,00	0,00	64,15	33,96	1,89	0,207
PP	16,36	83,64	0,00	0,00	3,33	86,67	6,67	3,33	9,43	88,68	1,89	0,00	0,092
ONG	0,00	72,73	20,00	7,27	0,00	73,33	20,00	6,67	0,00	86,79	13,21	0,00	0,246
SP	0,00	76,36	18,18	5,45	0,00	80,00	13,33	6,67	0,00	84,91	11,32	3,77	0,827
CI	0,00	76,36	18,18	5,45	3,33	80,00	6,67	10,00	0,00	90,57	9,43	0,00	0,071
Outros	0,00	9,09	1,82	89,09	0,00	10,00	0,00	90,00	0,00	9,43	1,89	88,68	*

*Dada a grande concentração das respostas, considerou-se desnecessária a aplicação do teste do Qui-quadrado.

C)

Grupos	Bissau						Bubaque						Suzana						p
	Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Nada	NS	Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Nada	NS	Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Nada	NS	
PL	18,18	67,27	7,27	1,82	0,00	5,45	6,67	53,33	26,67	10,00	3,33	0,00	24,53	66,04	5,66	3,77	0,00	0,00	0,007
PP	40,00	41,82	7,27	3,64	1,82	5,45	36,67	33,33	20,00	6,67	0,00	3,33	37,74	62,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,015
ONG	21,82	54,55	14,55	3,64	1,82	3,64	13,33	43,33	30,00	10,00	0,00	3,33	22,64	66,04	5,66	3,77	0,00	1,89	0,163
SP	20,00	52,73	14,55	5,45	1,82	5,45	20,00	36,67	26,67	6,67	6,67	3,33	15,09	58,49	9,43	15,09	1,89	0,00	0,190
CI	29,09	45,45	12,73	3,64	1,82	7,27	33,33	36,67	20,00	6,67	3,33	0,00	33,96	54,72	5,66	3,77	0,00	1,89	0,383
IN	47,27	38,18	7,27	3,64	0,00	3,64	33,33	40,00	23,33	0,00	3,33	0,00	43,40	49,06	5,66	1,89	0,00	0,00	0,095
MD	45,45	41,82	7,27	3,64	0,00	1,82	33,33	56,67	6,67	0,00	0,00	3,33	39,62	52,83	3,77	1,89	0,00	1,89	0,868
ER	23,64	52,73	10,91	5,45	1,82	5,45	13,33	60,00	23,33	0,00	0,00	3,33	15,09	73,58	7,55	1,89	0,00	1,89	0,267
Outros	3,64	3,64	1,82	0,00	0,00	90,91	3,33	0,00	23,33	3,33	0,00	70,00	1,89	3,77	0,00	0,00	0,00	94,34	0,001

Baseado no resultado do questionário sobre medidas de adaptação adotadas no passado ou que estão em curso contra a erosão e inundação costeira, verifica-se que já foi desenvolvido um conjunto de medidas, que variam conforme a área de estudo (Tabela 6-8). Algumas medidas foram mencionadas em todas as áreas de estudo (ex. plantação e conservação da vegetação costeira) e outras apenas em determinadas áreas. Essas diferenças e semelhanças das medidas praticadas entre as localidades estão estritamente relacionadas com as condições geográficas e socioeconômicas das áreas de estudo. Por exemplo, em Bubaque, onde a agricultura é essencialmente de sequeiro, não foi mencionada a opção “construção de dique anti-sal”, que é mencionada em Bissau e Suzana, onde esse tipo de dique é fundamental para evitar a entrada de água salgada nas áreas de cultivo de arroz em terras baixas inundáveis. O resultado evidencia também que as comunidades locais têm experiência na prática de adaptação aos riscos de impactos da ENM o que, como já se viu, pode contribuir para impulsionar políticas de adaptação no presente e no futuro.

Tabela 6.8 - Medidas de adaptação já adotadas ou correntemente em curso, para cada uma das três áreas

Medidas de adaptação	Bissau	Bubaque	Suzana
Construção e melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	x		x
Construção de barreiras com sacos de areia na zona de Sacor	x		
Construção de uma espécie de “piscinão”, na lagoa Nbatonha durante época colonial	x		
Abertura da estrada marginal e recente melhoria na ponte que liga seda das Nações Unidas e Estádio 24 de Setembro	x		
Plantação/reforço e conservação da vegetação costeira (mangal e outras espécies)	x	x	x
Estudos e políticas sobre zonas costeiras/alterações climáticas	x		x
Proibição/redução de extração de areia e pedra na costa/praias	x	x	
Consciencialização e capacitação de atores	x	x	x
Construção de estruturas rígidas (pequenos paredões com concreto, pedra, pneus etc) por proprietários de hotéis e de residências em áreas de risco		x	
Construção de rede de drenagem por privados para evitar erosão pluvial		x	
Ações contra a exploração inadequada de areias pesadas de Varela, recursos florestais e marítimos.			x

A Tabela 6.9 apresenta as medidas que, na opinião de *stakeholders*, deverão ser tomadas para se adaptar a uma futura ENM, em particular a erosão costeira e inundação marítima. Note-se que uma boa parte dessas medidas já foram mencionadas na Tabela 6.8, ou seja, algumas das medidas propostas para o futuro foram adotadas no passado ou a funcionar no presente e, portanto, será necessário apenas mantê-las, ou melhorá-las ou aumentar a área de cobertura/extensão. Entretanto, medidas nunca antes aplicadas foram sugeridas em todas as três áreas de estudo, uma inovação que pode ter resultado da visão empírica ou da experiência observada em outras partes. Note-se também que as medidas sugeridas variam de acordo com a área de estudo, refletindo a sua diversidade geográfica e socioeconômica (ver Capítulo 2, Seção 2.3). Em Bissau e Suzana, por exemplo, onde presentemente áreas residenciais já são

afetadas por inundação costeira, sugere-se a opção de “mudar” pessoas da área de risco de inundação, enquanto que em Bubaque essa medida não foi mencionada, pois a área é menos exposta   inundação. A preocupação de ter mais variedades de arroz e mais bem adaptadas à salinidade é apresentada apenas em Suzana, zona que mais pratica e depende da orizicultura de terras inundadas. Algumas das medidas aqui sugeridas por *stakeholders*, constituem um rico subsídio para o planeamento de adaptação e evidencia a importância de envolvimento de diversos *stakeholders* locais em processos de adaptação.

Adaptação planeada baseada na participação de *stakeholders* locais pode contribuir para a sustentabilidade do processo (Eriksen e Brown, 2011). Os participantes podem considerar as medidas que ajudaram a identificar como sua própria “criação”, limitando assim a possibilidade de sua rejeição. Além disso, tendem a sugerir medidas com as quais estão mais familiarizados (ainda que com modificações/melhorias) e que, portanto, podem estar mais aptos a contribuir na sua implementação. Um estudo realizado na zona costeira da Tanzânia por Mustelin e colegas (2010), os *stakeholders* identificaram medidas de adaptação a ENM similares aos identificados neste estudo: plantação de vegetação, paredão, proibição de extração de areia, deposição de areia na praia, aumento de consciencialização e cooperação.

O planeamento e a implementação das medidas de adaptação vão depender principalmente de disponibilidade de recursos (Johnston *et al.*, 2014), de arranjos institucionais (Agrawal e Perrin, 2009), e de uma af tiva colaboração entre *stakeholders* (Patt e Schroter, 2008).

Tabela 6.9 - Medidas futuras para adaptação aos impactos da ENM, para cada uma das três áreas estudadas

Medidas de adaptação	Bissau	Bubaque	Suzana
Construção de muro/barreira	x	x	
Construção de paredão		x	x
Construção e melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	x		x
Consciencialização, capacitação e envolvimento de atores	x	x	x
Plantação/reforço e conservação da vegetação costeira (mangal e outras espécies)	x	x	x
Construção de marginal com altura suficiente para evitar inundação costeira na cidade e zona do cultivo	x		
Construção/ampliação e manutenção da rede de drenagem pluvial	x	x	x
Proibir/adotar de medidas contra a exploração de areia/pedra na costa/praias e corte de árvores	x	x	
Mudar a população de zonas afetadas/ameaçadas pela inundação para zonas mais seguras	x		x
Usar/aproveitar as zonas de risco de inundação para a agricultura ou para criar praias urbanas	x		
Proibir/evitar construção (casas, armazéns etc) em costas de cotas baixas/zonas húmidas vulneráveis (bolanhas, lagoas)	x	x	x
Produção sustentável (agricultura agroecológica/ boa prática de lavoura)	x		
Limpeza e manutenção das zonas húmidas	x		
Criar plano de ordenamento urbanístico	x		
Proteger o lençol freático	x		
Dragagem (mar, rios, pântanos), removendo terra, lixo, lama depositados	x		
Fazer boas/melhores construções (casas, portos etc).	x		
Abrandar a pesca		x	
Aplicação da Lei de Avaliação Ambiental/fiscalização		x	
Apoio a projetos comunitários para evitar desmatamento		x	
Impedir a construção de hotéis a menos de 80 m da linha de água		x	
Alimentação artificial da praia de Varela			x
Uso de variedades de arroz mais adaptadas à salinização			x
Conservação de recursos minerais costeiros (areias pesadas, areia de praia)			x
Gestão integrada da zona costeira			x
Construção de sistema de alerta de tempestade e inundação			x

Solicitados a mencionar barreiras de adaptação à ENM, em particular as relativas à erosão e inundação costeira, os *stakeholders* identificaram diversos tipos (Tabela 6.10), o que é muito importante, uma vez que em geral várias barreiras ocorrem simultaneamente ou reforçam-se para limitar a adaptação (Shackleton *et al.*, 2015). Algumas das barreiras de adaptação foram mencionadas nas três áreas de estudo, como por exemplo a pobreza/falta de recursos financeiros, instabilidade política e fragilidade de instituições públicas, e conhecimento e estudos insuficientes. A falta de meios financeiros e a instabilidade política foram anteriormente mencionadas como umas das principais potenciais barreiras para a implementação do PANA da Guiné-Bissau (República da Guiné-Bissau, 2006). A menção dessas barreiras nas três áreas de estudo reflete a situação social do país, onde a incidência de pobreza extrema (população que vive com menos de \$1) aumentou de 20,8% em 2002 para 33% em 2010 (INE, 2014) e a instabilidade política tornou-se frequente nas últimas décadas. Estes fatores estão intimamente relacionados e refletem negativamente na prossecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável, incluindo a adaptação às alterações climáticas (ver MEPIR, 2011). Em geral, as barreiras identificadas vão ao encontro com as encontradas em diversos setores sobre adaptação às alterações climáticas na África Subsariana (Shackleton *et al.*, 2015).

O reconhecimento de barreiras de adaptação é essencial para compreender e facilitar o planeamento e implementação de estratégias/medidas de adaptação (Shackleton *et al.*, 2015). A capacidade dos *stakeholders* em identificar as potenciais barreiras pode contribuir para o aumento da capacidade de adaptação, uma vez que bem identificadas no início do processo podem ser tomadas medidas atempadamente com vista a superá-las.

Tabela 6.10 - Potenciais barreiras de adaptação aos impactos da ENM, para cada uma das três áreas estudadas

Barreiras de adaptação	Bissau	Bubaque	Suzana
Possível resistência ao reassentamento (algumas pessoas podem achar que tinham feito investimento maior, se forem mudados para outra zona)	x		
Apego às cerimónias e práticas tradicionais (aspeto cultural)	x		
Má política de construção/construções inadequadas na zona costeira	x		
Falta de políticas ambientais	x		
Baixo nível de educação/falta de conhecimento e informação	x	x	x
Pobreza/falta de meios financeiros e materiais	x	x	x
Falta de recursos humanos	x		x
Falta de comprometimento/envolvimento dos atores	x	x	x
Instabilidade política, fragilidade de instituições e má governação	x	x	x
Ausência de sistema de alerta precoce para eventos extremos	x		
Falta de espírito de prevenir o que vai acontecer no futuro	x		
As pessoas não têm mentalidade de trabalhar	x		
Legislação ambiental fraca		x	
Falta de visão a longo prazo		x	
Resistência de pessoas em aceitar as medidas de adaptação		x	
Pouca credibilidade do Estado junto da comunidade local			x
Falta da conservação e proteção da costa/exploração abusiva de recursos naturais			x
Falta de espaço físico ou de vontade política para reassentamento da população afetada pela água do mar			x
Crenças tradicionais locais – deposição de confiança em cerimónias tradicionais (Irã) pela população local			x
Conflito ambiental (por exemplo, zona onde se devia plantar mangal é usada para a produção/agricultura)			x
Forte elevação da água do mar			x
Políticas sectoriais desarticuladas			x
Pouca seriedade dos atores			x

6.4 Conclusão

Este estudo analisou a perceção pública e respostas à ENM na zona costeira da Guiné-Bissau. Os resultados revelam que os *stakeholders* perceberam claramente as alterações de fenómenos associados com alterações climáticas assim como os impactos da ENM nas comunidades costeiras. Eles também têm uma noção clara da contribuição antrópica para o agravamento da erosão e inundação costeira, e possuem alguma experiência em lidar com os efeitos desses fenómenos. As medidas de adaptação sugeridas vão desde aquelas que protegem tecnicamente a costa, para as que aumentam conhecimento e consciencialização sobre alterações climáticas e ENM. As principais barreiras estão relacionadas com questões financeiras e instabilidade política e fragilidade das instituições, quais são interligadas. A localização geográfica desempenha um papel importante na perceção de *stakeholders* locais, de riscos dos impactos

das alterações climáticas e ENM, como também influenciam a prática atual de adaptação e a identificação e seleção de potenciais medidas e barreiras de adaptação à futura ENM.

Ficou evidente que as medidas atualmente praticadas são insuficientes e/ou incapazes de proteger as comunidades dos impactos da futura ENM, devendo por isso ser melhoradas/reforçadas, incluindo outras medidas nunca aplicadas. Em geral, os *stakeholders* mostraram-se pouco confiantes no poder público para a implementação de medidas de adaptação. A perceção dos *stakeholders* locais é essencial para a construção de políticas de adaptação sustentáveis, permitindo identificar medidas de adaptação adequadas às condições locais e garantindo a aceitabilidade da sua implementação. A adaptação futura, no entanto, será um grande desafio para essas comunidades, uma vez que as instituições públicas do país são económica e politicamente frágeis, o que limita o seu papel de promover políticas públicas que pudessem impulsionar a adaptação de comunidades costeiras à ENM. Recomenda-se a criação de políticas e programas de adaptação baseadas nas especificidades locais e envolvimento de vários *stakeholders* locais para garantir a sustentabilidade do processo ao longo das próximas décadas.

Capítulo 7

7 Construção de uma visão de adaptação à erosão e inundações costeiras em cenários de elevação do nível do mar na Guiné-Bissau – Método participativo envolvendo *stakeholders* na tomada de decisão

Resumo

Os efeitos adversos da erosão e inundações costeiras deverão aumentar à medida que se verifique as projeções de elevação do nível do mar (ENM) para este século e o planeamento da adaptação deverá ter em consideração os cenários projetados. Este trabalho teve como primeiro e principal objetivo contruir uma visão de adaptação sustentável à erosão e inundações costeiras para o século XXI, através de identificação e priorização de medidas de adaptação, em três áreas costeiras da Guiné-Bissau (Bissau, Bubaque e Suzana), considerando cenários de ENM; e segundo, identificar e priorizar barreiras e oportunidade de adaptação. Com a participação de diferentes grupos de *stakeholders* locais, foi aplicado o método Caminhos de Adaptação para identificar e priorizar medidas de adaptação em três horizontes temporais com os respetivos cenários de ENM: presente (2018) -2041 (0,34 m), 2041-2083 (1,22 m) e 2083-2100 (1,95 m). As medidas identificadas variam de acordo com as características biofísicas e uso e ocupação do solo das áreas estudadas, e incluem medidas técnicas leves ou duras, e medidas transversais. Verificou-se uma tendência geral de aumento da prioridade de implementação das medidas, à medida que se considera um cenário de ENM maior. As barreiras principais incluem, entre outros, recursos financeiros, instabilidade político-governativa do país, enquanto foram mencionadas oportunidades como captação de fundos e promoção de desenvolvimento sustentável. A participação dos *stakeholders* locais permitiu explorar melhor uma diversidade de possíveis medidas de adaptação locais e obter consenso sobre a possibilidade de exequibilidade de implementação das medidas de adaptação.

Palavras-chave: erosão e inundações costeiras, participação pública, caminhos de adaptação, medidas de adaptação

7.1 Introdução

As comunidades costeiras, particularmente de áreas de baixa altitude, já são afetadas pela erosão e inundações costeiras decorrentes da elevação do nível do mar (ENM), tempestades tropicais e outros eventos extremos. Estes fenómenos tendem a agravar-se com as alterações climáticas projetadas (McGranahan, Balk e Anderson, 2007; Walsh *et al.*, 2004). Por exemplo, a elevação do nível médio do mar (NMM) é esperada continuar durante este século e posteriormente, mesmo que sejam intransigentemente cumpridos os compromissos internacionais de redução de emissões de gases com efeito de estufa, como o recente *Acordo de Paris*, que propõe manter a temperatura média global entre 1,5 a 2 °C acima dos níveis pré-industriais (Jackson, Grinsted e Jevrejeva, 2018), ou mesmo se não houver mais nenhuma

emissão de gases com efeito de estufa (Baird e Cann, 2011; IPCC, 2013; Mengel *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2017).

A Guiné-Bissau apresenta uma grande concentração populacional, infraestruturas e atividades económicas em áreas costeiras baixas (República da Guiné-Bissau, 2018; UICN e MDRA, 1992), as quais poderão ser afetadas pela erosão e inundação costeira e outros impactos da ENM. Em vista da inevitável elevação do NMM e alterações de outros fenómenos e processos costeiros, a adaptação de comunidades costeiras tem recebido atenção nas últimas décadas (Fu *et al.*, 2017), tanto na esfera científica como político-social. No entanto, apesar das alterações climáticas e ENM serem fenómenos globais, é importante avaliar a adaptação de comunidades costeiras a nível local ou nacional, por forma a garantir que as estratégias a serem definidas face aos impactos sejam adequadas às condições específicas do ambiente considerado.

Numa avaliação de adaptação deve-se ter em consideração o contexto geral no qual ocorre, incluindo os fatores que determinam a capacidade do país ou local de se adaptar (Tol, Klein e Nicholls, 2008). Em comunidades costeiras, tais fatores incluem a topografia costeira, exposição física, padrões de assentamentos, clima, tecnologia científica e desenvolvimento socioeconómico (Boateng, 2008). Sendo a ENM por natureza um problema de longo prazo, cujos piores efeitos levam décadas para se tornarem visíveis (Schauser *et al.*, 2014; Walsh *et al.*, 2004), a adaptação deve ser planeada para curto prazo, bem como para 50 ou 100 anos no futuro (Nicholson-Cole e O’Riordan, 2009). Aliás, o planeamento de adaptação a longo prazo justifica-se porque muitas estruturas costeiras atuais provavelmente continuarão a existir em 2100 (Mangor *et al.*, 2017; Nicholls *et al.*, 2014).

O processo de adaptação costeira envolve uma vasta gama de atividades relacionadas com processos sociais e institucionais (IPCC, 2014), exigindo por isso um modelo de governança em parceria e coordenação entre poder público, setor privado e sociedade civil em novos acordos de coordenação (Nicholson-Cole e O’Riordan, 2009). A interação com esses atores sociais torna-se fundamental para o desenvolvimento de investigação e construção de políticas de adaptação sustentáveis. Nessa linha Tol e colegas (2008) ressaltaram que a adaptação não é apenas um exercício técnico, como também é um processo social, político e económico.

A participação de *stakeholders* no processo de adaptação, particularmente aqueles que são afetados pelas alterações climáticas, constitui uma oportunidade para identificar soluções inovadoras (Schauser *et al.*, 2014), ampliar compreensão e facilitar partilha de conhecimentos e habilidades (Smith, Leitch e Thomsen, 2016), obter a aceitação social das políticas (Bray, Hooke e Carter, 1997; Burger *et al.*, 2016; Niang-Diop *et al.*, 2004), ajudar a superar diferentes

barreiras de adaptação (Cloutier *et al.*, 2015), como também constitui uma oportunidade para lidar outras questões sociais, como por exemplo desigualdade de género (e.g. Polack, 2008). Em países com falta de dados e conhecimento, como a Guiné-Bissau, o envolvimento de *stakeholders* em investigação e/ou construção de políticas de adaptação pode contribuir significativamente para preencher algumas lacunas. Além disso, ao participarem no processo, podem-se sentir cativados e incentivados a aprender e desenvolver práticas e ações que possam favorecer a adaptação sustentável.

Este trabalho utiliza cenários de ENM para construir uma proposta de visão de adaptação sustentável à erosão e inundação costeira, identificando e priorizando medidas de adaptação em diferentes horizontes temporais do século XXI em três áreas costeiras da Guiné-Bissau (Bissau, Bubaque e Suzana), assim como compreender os resultados obtidos. Estas áreas, diferentes em termos biofísicos e socioeconómicos, representam uns dos ambientes com comunidades humanas mais afetadas pelo risco de erosão e/ou inundação costeira na Guiné-Bissau, sendo consequente uma necessidade urgente de adaptação (Guinea Bissau, 2006; República da Guiné-Bissau, 2006).

7.2 Metodologia

Neste trabalho, foi usado o método Caminhos de Adaptação - *Adaptations Pathways* (Buurman e Babovic, 2016; Haasnoot *et al.*, 2011, 2012; Lin *et al.*, 2017; Vizinho *et al.*, 2017; Zandvoort *et al.*, 2017) (ver capítulo 3 para detalhes) para identificar e priorizar medidas de adaptação à erosão e inundação costeira em cenário de ENM.

Apesar do recente desenvolvimento do método de caminhos de adaptação, a sua aplicação em zonas costeiras tem crescido rapidamente, particularmente para a adaptação à erosão e inundação costeira – por exemplo no Reino Unido (Ranger, Reeder e Lowe, 2013; Reeder e Ranger, 2011), em Portugal (Vizinho *et al.*, 2017), na Indonésia (Butler *et al.*, 2016; Jeuken *et al.*, 2015), na Austrália (Barnett *et al.*, 2014; Lin *et al.*, 2017), nos EUA (Rosenzweig e Solecki, 2014). Em geral essa abordagem de adaptação consiste em cinco etapas principais: 1) definição de objetivos para caminhos; 2) compreender a situação atual; 3) analisar possíveis futuros; 4) desenvolvimento de caminhos de adaptação – identificar e priorizar medidas; 5) implementação e monitorização, avaliação, relatórios, melhoria e aprendizagem (CCA, 2019). As quatro primeiras etapas estão abordadas nos capítulos anteriores e no presente; e a última etapa está fora do desenho desta tese.

Para atender os objetivos da tese, a definição de caminhos de adaptação foi realizada com apoio de Análise Multicritério (Brooks *et al.*, 2009; GIZ, 2013; Preston *et al.*, 2013). Análise multicritério “descreve qualquer abordagem estruturada usada para determinar preferências gerais entre opções alternativas, onde as opções realizam vários objetivos” (Brooks *et al.*, 2009, p. 46). A análise multicritério é adequada quando se considera que vários critérios são relevantes e quando a quantificação e avaliação em termos monetários não são possíveis (Niang-Diop *et al.*, 2004). Na análise multicritério um conjunto de critérios é utilizado para avaliar o desempenho das opções (GIZ, 2013; Haque, Grafakos e Huijsman, 2012). Tais critérios podem receber pesos diferentes de acordo com sua importância relativa (GIZ, 2013), ou podem ser usadas sem atribuição de pesos ou com pesos iguais (Bruin, de *et al.*, 2009; Dodgson *et al.*, 2009), implicando que são dados de igual importância. Em suma, AM é usada para fazer o ranking de opções (Niang-Diop *et al.*, 2004; Van Ierland, De Bruin e Dellink, 2014).

Nesta tese, as medidas de adaptação foram identificadas da literatura e do inquérito por questionário anteriormente aplicado aos *stakeholders* locais (Capítulo 6), tendo o investigador elaborado uma proposta de lista final, depois validada pelos *stakeholders*, como se verá adiante. A priorização dos caminhos de adaptação foi realizada considerando o desempenho e possibilidade de implementação das medidas de adaptação (baseada em um conjunto de critérios) com o objetivo de reduzir o risco de erosão e inundação costeira em cenários de ENM. Três horizontes temporais, com valores de ENM projetadas com base nos limites superiores do RCP8.5 por Jevrejeva e colegas (2016) para Conacri (capital do país vizinho República da Guiné) foram considerados: presente (2018) – 2041 (0,34 m), 2042 – 2083 (1,22 m) e 2084 – 2100 (1,95 m) – (detalhes sobre o cenário e justificativa da sua escolha nas seções 1.3.3, 1.3.4 e 3.2.5). Em termos do planeamento de adaptação às alterações climáticas, estes horizontes podem ser classificados como de curto prazo, médio prazo e longo prazo, respetivamente (e.g. Boateng, 2009; DEFRA, 2006). As medidas foram avaliadas considerando cada horizonte temporal completo, independentemente do seu desempenho ou implementação cobrir, ou não, todo o horizonte. Assim, neste estudo, os pontos de viragem coincidem com o fim/início de horizonte temporal e representam a alteração da prioridade das opções/medidas de adaptação. Isso permite verificar se a preferência a determinada medida de adaptação se altera com o tempo. A identificação e priorização das medidas foi realizada por cada setor de costa de cada área de estudo (ver Capítulo 2, seção 2.3.1, Figura 2.5; seção 2.3.2, Figura 2.7; e seção 2.3.3 Figura 2.9), por forma a garantir que medidas sejam adequadas às características dos setores. Com efeito, apoiou-se fortemente nos trabalhos anteriormente desenvolvidos sobre evolução

da linha de costa (Capítulo 4), avaliação do risco de inundação (Capítulo 5) e no conhecimento dos *stakeholders* sobre o seu ambiente (Capítulo 6). Entretanto, foi realizada apenas a priorização das medidas técnicas, que integram as 3 tipologias tradicionais de opções adaptação costeira (proteção, acomodação e retirada planeada) (IPCC, 1990). As medidas que integram opções transversais, ou seja, medidas não estruturais que melhoram a consciencialização e preparação da sociedade, mas que não conduzem necessariamente à redução direta de risco e vulnerabilidade, não foram avaliadas neste estudo, porque por natureza são mais abrangentes e atravessam todos os setores de costa das áreas de estudo, sendo praticamente impossível concebê-las e implementá-las separadamente nos diferentes setores de costa.

A avaliação dos caminhos de adaptação abrangeu três etapas, designadamente: i) análise multicritério preliminar (realizada pelo investigador), ii) validação da análise multicritério (em “workshops de adaptação às alterações climáticas”, envolvendo *stakeholders* locais) e iii) classificação de caminhos de adaptação (realizada pelo investigador).

7.2.1 Análise multicritério preliminar

Uma ampla revisão da literatura permitiu a identificação de vários potenciais critérios de avaliação de medidas consideradas adequadas (Adger, Arnell e Tompkins, 2005; Bello, 2016; Brooks *et al.*, 2009; Champalle, Ford e Sherman, 2015; De Bruin *et al.*, 2009; Hallegatte, 2009; Loë, de, Kreutzwiser e Moraru, 2001; Mangor *et al.*, 2017; Niang-Diop *et al.*, 2004; Sahin e Mohamed, 2013; Sherman e Ford, 2014; Smith, Ragland e Pitts, 1996; UNFCCC, 2012). Um total de seis critérios foram selecionados e usados, com uma escala de 1 a 5 (Tabela 7.1), com o objetivo de avaliar o desempenho e exequibilidade de implementação das medidas em cada horizonte temporal. Os critérios foram usados sem ponderação, assumindo assim que todos têm a mesma importância. Na atribuição de pontuações foram considerados os três horizontes temporais e cenários de ENM e condições locais relativas a cada critério, apresentando-se uma breve justificativa para cada pontuação e possíveis alterações ao longo do tempo (Tabela 7.2).

Tabela 7.1 - Critérios usados na avaliação multicritério das medidas de adaptação e respetivas descrições e escalas (1 a 5)

Critério	Descrição	Escala de avaliação
Aplicabilidade/viabilidade	Análise da complexidade técnica, institucional e social e política associada à execução da medida	1 – Fraca aplicabilidade 5 – Alta aplicabilidade
Eficácia	Capacidade da medida para reduzir o risco de inundação e erosão assim como a vulnerabilidade da população e propriedades.	1 – Pouco eficaz 5 – Muito eficaz
Desempenho com incerteza	Capacidade da medida de lidar com as incertezas sobre a ENM; ou seja, a opção é justificável para cenários futuros plausíveis de ENM, ou mesmo a ausência de ENM, e pode ser facilmente alterada a medida que informações atualizadas sobre ENM forem disponíveis	1 – Baixo desempenho 5 – Alto desempenho
Aceitabilidade/legitimidade	A medida deve ser política e socialmente aceitável. Esse critério envolve questões de aceitação de custos pelos beneficiários, como também aspetos socioculturais.	1 – Baixa aceitabilidade 5 – Alta aceitabilidade
Sustentabilidade	A medida traz benefícios socioeconómicos e ambientais de longo prazo. As intervenções não devem aumentar impactos de ENM ou limitar a capacidade de outros sistemas sociais e ambientais de se adaptarem; antes, devem procurar minimizar perturbações ambientais, reduzir emissões de GEE. A opção deve ser também compatível e integrar-se com outras políticas setoriais e programas de desenvolvimento	1 – Pouco sustentável 5 – Muito sustentável
Custo	custos necessários para conceção, implementação e manutenção da medida	1 – Custo reduzido 5 – Custo elevado

Tabela 7.2 - Exemplo de tabela de análise multicritério realizada para um setor e uma determinada medida de adaptação, neste caso “Plantação/reforço da vegetação costeira”, em Bissau, para três horizontes temporais. A atribuição de pontuações considera a ENM em cada horizonte temporal: presente – 2041 (0,34 m), 2042 – 2083 (1,22 m) e 2084 – 2100 (1,95 m), e condições locais relativas a cada critério para avaliar o desempenho e exequibilidade de implementação da medida

Medida	Descrição da medida	Critérios	Horizonte temporal			Justificativa para atribuição de valor ao critério
			Presente - 2041	2041 - 2083	2083 - 2100	
Plantação/reforço da vegetação costeira	Plantação de mangal e/ou outras espécies nativas/adaptadas ao ambiente costeiro e salinidade, com vista a proteger a área de erosão e inundação costeira.	Aplicabilidade	4	5	5	A medida pode ser aplicada com sucesso, dada a experiência de algumas instituições e técnicos no país e sub-região em matéria relacionada. A complexidade da relação entre os atores justifica o valor atribuído para o presente, já nos horizontes seguintes estes estarão mais preparados.
		Eficácia	5	4	4	Tem grande potencialidade de reduzir o risco de inundação e seus efeitos. Mas a eficácia poderá diminuir ligeiramente à medida que o nível do mar aumenta.
		Desempenho com incerteza	5	5	5	Medida boa tanto se houver ou não alterações climáticas e ENM. Pode ser facilmente suspensa e revertida a qualquer tempo, se necessário
		Aceitabilidade	5	5	5	Pode ser política e socialmente aceite no presente e no futuro por não representar nenhuma ameaça sociocultural para a população local e, também, porque outros serviços dos ecossistemas que representam são facilmente reconhecíveis e considerados pela população e autoridades.
		Sustentabilidade	5	5	5	Contribuirá para diminuir perda de infraestrutura e terras agrícolas aumento da biodiversidade e reprodução de peixes, sequestro de carbono. Irá se articular bem com as políticas ambientais e do ordenamento do litoral
		Custo	2	1	1	Essa ação pode ser enquadrada/apoiada por programas de entidades públicas (por ex. IBAP) e de ONGs e associações comunitárias com experiência na área ambiental, reduzindo os seus custos iniciais. Os custos tenderão a reduzir-se nos horizontes seguintes, quando for apenas necessário reforçar ou diversificar mais as espécies.

7.2.2 Validação da análise multicritério – Workshops de Adaptação

Foram realizados três “workshops de adaptação às alterações climáticas” um em cada área de estudo de caso (Bissau, Bubaque e São Domingos - para Suzana) com duração de 8 horas aproximadamente, envolvendo vários grupos de *stakeholders* (Tabela 7.3 e Figura 7.1).

Os participantes do workshop foram maioritariamente os que anteriormente responderam ao inquérito por questionário (Capítulo 6), salvo algumas entidades que foram incluídas posteriormente por terem sido identificadas durante as entrevistas como importantes participantes e/ou por se considerar que essas pessoas/representantes já estariam familiarizadas com o tema do trabalho e o seu diminuto tempo disponível seria mais útil para participar do workshop. O número de participantes por área de estudo e grupo de *stakeholders* foi, no entanto, reduzido por questões logísticas, como também para evitar realizar constituir grupos de trabalho muito grandes. As pessoas que não têm nenhum grau de escolaridade e não sabem ler nem escrever foram propositadamente excluídas, considerando que por natureza do evento podiam ter mais dificuldades em compreender e participar das atividades, que tinham de ser realizadas num dia por falta de meios. Os investigadores/cientistas convidados não compareceram (convidados apenas para o workshop de Bissau, já que todos residiam nesta cidade e não havia meios para deslocá-los ao interior). Em Bissau, por terem faltado muitos convidados, a Secretária de Estado do ambiente e Biodiversidade, que precedeu a abertura do evento, disponibilizou-se a chamar funcionários da sua instituição para participarem, o que fez aumentar significativamente os elementos do poder público. Situação similar aconteceu em Bubaque, onde funcionários da Casa do Ambiente (delegação do IBAP), local onde foi realizado o workshop acresceram os elementos do poder público.

Tabela 7.3 - Número de participantes no workshop por área de estudo e grupo de *stakeholders*

Grupo	Área de estudo		
	Bissau	Bubaque	Suzana
População local	10	17	19
Poder público	25	10	5
ONGs	8	8	5
Setor privado/empresas	2	-	1
TOTAL	45	35	30

Dias antes do evento, os participantes receberam um convite com o sumário executivo e programa de trabalho (Anexo 4), para que pudessem ter antecipadamente uma ideia geral do objetivo do evento e trabalho a realizar e poderem assim estar preparados para dar a sua

contribuição. Os trabalhos foram moderados e facilitados por pessoas convidadas, competentes na temática em estudo assim como nas metodologias utilizadas. Em cada workshop foram desenvolvidas as seguintes atividades: i) apresentação realizada pelo investigador sobre os cenários, riscos de impactos e adaptação das alterações climáticas e ENM (incluindo a avaliação de risco de inundação e/ou evolução da linha de costa e inquérito), assim como a apresentação da metodologia de avaliação das medidas de adaptação; e ii) avaliação/validação das medidas de adaptação pelos participantes (ver Figura 7.1).

Após a apresentação realizada pelo investigador (Figura 7.1A), os participantes foram convidados a analisar e validar as medidas de adaptação apresentadas pelo investigador, identificar e incluir outras potenciais medidas, ou excluir as que consideram inadequadas. Igualmente, foram convidados a analisar e validar a análise multicritério das medidas apresentadas pelo investigador, confirmando ou alterando as pontuações e as justificativas pela sua atribuição, e, se aplicável, pontuar as medidas por eles incluídas durante o workshop. Essa etapa permitiu assim a construção conjunta efetiva de uma visão de adaptação, pois a lista definitiva de medidas e a respetiva avaliação multicritério resultaram do consenso da maioria dos participantes. Para efeito, foram formados grupos de trabalho compostos de 6 a 12 pessoas (Figura 7.1B), conforme número de setores de costa de cada área de estudo e o número de participantes. Cada grupo teve um facilitador e um secretário. Cada grupo recebeu um *kit* de material de trabalho, incluindo tabelas com as medidas de adaptação previamente avaliadas e com algumas linhas em branco reservadas para as possíveis medidas a serem identificadas e incluídas pelos participantes (papel A2); descrição de cada critério de avaliação e respetiva escala (papel A4, ver Tabela 7.1); papel branco para anotações (A4); mapas de área de estudo (papel A2) e canetas. Basicamente foram desenvolvidas, em sequência, as seguintes tarefas:

- 1) Cada grupo ocupou-se de avaliar/validar medidas relativas a um setor de costa, podendo manter, incluir ou excluir medidas, manter ou alterar a pontuação já atribuída e a respetiva justificativa;
- 2) Um elemento de cada grupo apresentou o resultado do trabalho do seu grupo (Figura 7.1C);
- 3) Discussão das apresentações/trabalhos dos grupos por todos os participantes do workshop;
- 4) Cada grupo revalidou o próprio trabalho considerando as opiniões dos intervenientes na discussão, produzindo assim uma versão final;

- 5) Cada grupo marcou no mapa a localização das medidas para implementar durante primeiro horizonte temporal - presente até 2041, usando símbolos e criando uma legenda;
- 6) Formaram-se dois grupos, um para analisar as barreiras e outro para as oportunidades e selecionar, em cada grupo, as três mais importantes.

A tarefa 5 apenas foi realizada em Suzana, não sendo possível a sua concretização em Bissau por falta de tempo devido ao atraso no início dos trabalhos e indisponibilidade dos participantes para voltarem a participar num segundo workshop. Em Bubaque, a tarefa 5 não foi realizada por falta de mapas, que a gráfica não conseguiu entregar a tempo, impossibilitando a realização da tarefa 6 em Bissau e Suzana.



Figura 7.1 - Realização de workshops. A – Apresentação do trabalho pelo investigador, neste caso em Bissau; B – trabalhos em grupo, neste caso: I) Bissau e II) Bubaque, C – Apresentação de trabalhos por representantes de grupos, neste caso: I) Bissau, e II) Bubaque

Os participantes dos workshops não incluíram nem eliminaram medidas de adaptação nas listas apresentadas pelo investigador, mantendo-as assim como definitivas. Entretanto, introduziram alterações significativas nas pontuações da avaliação multicritério inicialmente feita pelo investigador, para diferentes horizontes temporais e, conseqüentemente, nas respetivas justificativas; em certos casos, apenas se alterou a pontuação sem se mexer na justificativa que assim se considera continuar válida para as novas pontuações atribuídas.

7.2.3 Classificação dos Caminhos de Adaptação

A partir de dados da avaliação multicritério das medidas, procedeu-se a classificação dos Caminhos de Adaptação, para se conhecer a prioridade das medidas em cada horizonte temporal em termos de desempenho e implementação. A classificação consistiu em definir critérios que permitissem reduzir a inconsistência dos dados obtidos da avaliação multicritério, resultantes da distribuição irregular da pontuação nos diferentes critérios. Por exemplo, na avaliação multicritério, duas medidas avaliadas com 20 pontos cada, uma pode ter 15 desses pontos concentrados em apenas três critérios e outra ter uma distribuição mais ou menos uniforme. Com efeito, os caminhos de adaptação foram determinados com recurso a uma classificação (de três níveis, criada pelo investigador) que se baseia no somatório da pontuação da análise multicritério das medidas de adaptação (Tabela 7.4). Na classificação, as pontuações relativas apenas ao critério custo foram invertidas (1 para 5 e 5 para 1, 2 para 4 e 4 para 2, 3 = 3), considerando que as medidas mais baratas seriam preferidas do que as mais caras. Essa classificação permite definir quais os caminhos que são prioritários em termos de desempenho e possibilidade de implementação.

Tabela 7.4 - Classificação de caminhos de adaptação

Classificação	Faixa
I - Caminho de prioridade baixa	1 – 10 e/ou se qualquer critério tiver valor igual a 1
II - Caminho de prioridade moderado	11 – 20 e/ou se qualquer critério tiver valor igual a 2
III - Caminho de prioridade alta	21 – 30 e se todos os critérios tiverem valores maiores ou iguais a 3

7.3 Resultados e discussão

7.3.1 Medidas identificadas

Um total de 14 medidas de adaptação (11 da categoria técnica e 3 da transversal) foram identificadas e selecionadas, das quais 11 são consideradas adequadas para Bissau, 11 para Bubaque e 13 para Suzana (Tabela 7.5). Algumas dessas medidas já são praticadas na Guiné-Bissau (e.g. construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas) (ver Capítulo 6), enquanto outras constituem uma novidade a considerar (e.g. alimentação artificial de praia). A diferença de medidas de adaptação por área de estudo era de esperar, uma vez que condições biofísicas e socioeconómicas influenciam a seleção de medidas e processo de adaptação local (e.g. Boateng, 2008; Mercado, 2016; Teka e Vogt, 2010). Por exemplo, a alimentação artificial de praia considerada para Bubaque e Suzana, não foi considerada para Bissau onde grande parte da costa é protegida por ecossistema de mangal, não havendo atualmente zonas de uso balnear;

um muro de proteção foi considerado apenas para Bissau, área mais urbanizada, com bens de alto valor (e.g. habitações, edifícios públicos) localizados em áreas de cotas baixas e presentemente afetada pela inundação costeira; tubos geotêxteis/sacos de areia, foram considerados apenas para Suzana, zona com extensas praias e com maiores taxas de erosão (ver Capítulo 4).

Tabela 7.5 - Medidas de adaptação aos efeitos da elevação do nível do mar (erosão e inundação costeira) e possibilidades de sua implementação por área de estudo

Categoria	Medidas	Possibilidade de implementação das opções/medidas nas diferentes áreas de estudo		
		Bissau	Bubaque	Suzana
Técnica	1) Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	✓		✓
	2) Alimentação artificial da praia		✓	✓
	3) Plantação/reforço da vegetação costeira	✓	✓	✓
	4) Paredão		✓	✓
	5) Muro de proteção	✓		
	6) Faixa de proteção costeira	✓	✓	✓
	7) Infiltração e drenagem de águas pluviais	✓	✓	✓
	8) Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra na costa	✓	✓	✓
	9) Tubos geotêxteis/sacos de areia			✓
	10) Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	✓	✓	✓
	11) Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	✓	✓	✓
Transversal	1) Melhorar a capacidade institucional	✓	✓	✓
	2) Melhorar educação, capacitação, informação e sensibilização e envolvimento das populações locais	✓	✓	✓
	3) Investigação científica e formação	✓	✓	✓

Abaixo apresenta-se uma breve descrição das várias medidas propostas, baseada em várias referências (ANCORIM, 2012; Bray, Hooke e Carter, 1997; Choy *et al.*, 2012; Engineers Australia, 2012; GU e GHD, 2012; Kudale, Mahalingaiah e Tayade, 2014; Mangor *et al.*, 2017; Niang-Diop *et al.*, 2004; Prasetya, 2007; UNESCO/COI, 2012; USAID, 2009; Yin, Huang e Huang, 2002).

Plantação/reforço da vegetação costeira: plantação de mangal e/ou outras espécies nativas/adaptadas ao ambiente costeiro e salinidade, com vista a proteger a área de erosão e inundação costeira.

Faixa de proteção costeira: delimitar e conservar a faixa costeira (por exemplo, da alta praia até algumas dezenas ou centenas de metros para o interior, para absorver/reduzir a erosão costeira e inundação e manter o equilíbrio do sistema natural, limitando a intervenção humana que possa contribuir para a degradação de proteção natural. A área pode ser promovida ao estatuto de área protegida. A largura da faixa pode variar conforme o uso e ocupação do solo;

Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas: obra de engenharia para criar e proteger terras agrícolas costeiras inundadas e propriedades da invasão de água do mar. Feito essencialmente de terra e pode conter vegetação para ter mais consistência.

Paredão: estrutura de material natural (e.g. rochas) ou artificial (e.g. betão, em elementos articulados ou em muro) rígida de engenharia aderente e disposta longitudinalmente em relação à linha de costa para a proteger da erosão costeira.

Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco: implantar instrumentos (regulamentos etc.) que permitam evitar novas infraestruturas ou reconstrução das infraestruturas destruídas em áreas de risco de erosão e inundação costeira. Poderá ser necessário o Estado comprar essas terras ou ceder aos proprietários terrenos em outra área.

Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias: criação de legislação especializada para proibir a extração de areia e pedra em costas vulneráveis à erosão e inundação marítima e manter uma fiscalização atuante para a devida proteção.

Infiltração e drenagem de águas pluviais: desenho de paisagem que promova a infiltração rápida das chuvas e, se necessário, a construção de obras de engenharia para permitir o escoamento da água pluvial para o mar evitando a erosão das encostas arenosas e/ou rochosas.

Alimentação artificial da praia: proteção que consiste em encher a praia, ou área próxima, de areia (geralmente trazida de outra localidade) para compensar a erosão costeira. Requer conhecimento prévio sobre a hidrodinâmica costeira no local em questão, a geomorfologia, a flora e a flora marinhas, e ainda conhecimento sobre as características da areia que se pode usar. Deve ser realizada periodicamente (e. g. a cada 3 ou 5 anos) conforme a perda da areia na praia se verificar.

Tubos geotêxteis/sacos de areia: tubos longos e maciços/sacos de areia preenchidos com sedimentos locais ou semelhantes para proteger a costa. Podem localizar-se perto da linha da costa ou mais afastado para o mar, ou aderentes a encosta. Reduzem o incidente do ataque de onda na costa e mantêm a alimentação da praia com areia.

Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco: deslocar progressivamente a população e atividades/infraestruturas em área de risco de inundação ou erosão para área mais seguras. Zonas identificadas como de alto risco devem ser desocupadas. Deve haver engajamento do Estado e outras entidades para encontrar local seguro para as vítimas. O Estado pode adquirir as terras afetadas e destiná-las a outros fins.

Muro de proteção: estrutura em betão construída paralelamente à linha de costa para proteger habitações e infraestruturas de inundação marítima.

Melhorar a capacidade institucional: preparar e fortalecer as instituições públicas e privadas para atuarem de forma mais adequada na promoção de adaptação.

Melhorar educação, capacitação, informação, sensibilização e envolvimento das populações locais: promover conhecimento e participação das populações locais para que possam atuar melhor na adaptação.

Investigação científica e formação: promover a investigação científica no campo das alterações climáticas e zonas costeiras de modo a disponibilizar aos interessados informações mais robustas e atualizadas

7.3.2 Análise multicritério

Os resultados finais da análise multicritério das opções técnicas, produzida por consenso dos participantes do workshop, são apresentados nas Tabelas 7.6, 7.7 e 7.8. Observa-se que em cada área de estudo, uma dada opção pode ser adequada a um ou mais setores de costa. Isso claramente está relacionada com as características dos setores de costa descritos nas subseções 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3 do Capítulo 2.

Em geral, observa-se, em todas as medidas de todas as áreas e setores, uma tendência de aumento progressivo nas pontuações dos critérios com a ENM, ou seja, do primeiro ao último horizonte temporal, exceto nas do critério custo que apresenta uma tendência inversa, diminuindo as pontuações do presente para o futuro. Essa tendência de evolução inversa nas pontuações do custo pode estar relacionada com o fato de que a maioria das medidas (e.g. faixa de proteção costeira, construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas), uma vez implementadas num determinado horizonte, necessitariam apenas de reforço/manutenção nos horizontes seguintes, que poderiam ter custos menores; outras medidas, como “mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco” teriam os custos muito concentrados na implementação, sendo os custos de manutenção praticamente nulos ou muito reduzidos. No primeiro horizonte temporal, por exemplo, os custos mais elevados de adaptação (com 5 pontos) verificam-se em relação a medidas “faixa de proteção costeira”, “infiltração e drenagem de águas pluviais” e “construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas” em alguns setores de Bissau; “faixa de proteção costeira”, “proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco”, “infiltração e drenagem de águas pluviais”, alimentação artificial da praia” e “paredão” em alguns setores de Bubaque; “faixa de proteção costeira”, “alimentação artificial da praia”, “tubos geotêxteis/sacos de areia” “paredão” e “mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco” em alguns setores de Suzana. As

variações locais podem estar associadas ao uso e ocupação do solo, gravidade da magnitude do risco de inundação e/ou erosão, e fatores socioeconómicos locais.

Observa-se também que os critérios eficácia, desempenho com incerteza, aceitabilidade e sustentabilidade, têm pontuações mais altas (maioritariamente 4 a 5) em todas as opções e áreas de estudo, bem como em todos os horizontes temporais. Merecem ainda destaque as pontuações relativamente baixas (maioritariamente 1 a 3) do critério aplicabilidade no primeiro horizonte temporal), que, entretanto, variam com área de estudo e setor de costa. Por exemplo, medidas com pontuações de 1 a 2, portanto de aplicabilidade fraca ou pouco fraca, incluem, dependendo do setor de costa “mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco” e “proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco” (Bissau, Bubaque e Suzana), “muro de proteção” (Bissau), “alimentação artificial da praia” e “tubos geotêxtis/sacos de areia” (Suzana). As baixas pontuações no critério aplicabilidade pode estar relacionada com a complexidade de certas medidas, e ainda como salienta o PANA, com a fragilidade institucional e pouca técnica na área das alterações climáticas (República da Guiné-Bissau, 2006).

Tabela 7.6 - Avaliação multicritério das medidas: presente (2018) – 2041. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo

Área Estudo	Opção/medida de adaptação	Setor A						Setor B						Setor C						Setor D					
		A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C
Bissau	Plantação/reforço da vegetação costeira	4	5	5	5	5	2	3	4	5	4	5	4	3	5	5	5	5	2						
	Faixa de proteção costeira	3	5	5	3	5	5	3	5	5	4	5	4	1	5	5	3	5	4						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	2	3	5	3	5	4	2	3	5	3	5	4	2	3	5	3	5	2						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	3	3	5	5	5	1	4	3	5	5	5	1	4	3	5	5	5	2						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	2	5	5	5	3	4		3	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3						
	Muro de proteção							1	5	5	3	4	3												
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	4	4	5	5	5	5							4	4	5	5	5	3						
Bubaque	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	2	5	4	3	5	4							2	5	4	3	5	2						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	2	3	4	3	5	5	2						
	Faixa de proteção costeira	3	5	5	3	5	4	2	5	5	3	5	5	3	5	5	3	5	4						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	2	5	5	3	5	4	1	3	5	3	5	5	2	4	5	3	5	2						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	4	4	5	5	5	1	3	3	5	5	5	1	3	3	4	4	5	1						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	3	5	5	5	5	4																		
	Alimentação artificial da praia	3	4	5	4	4	5																		
Suzana	Paredão	3	5	5	4	3	5																		
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	2	5	4	3	5	4							2	5	4	3	5	2						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	3	5	5	5	5	2	4	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	4	4	3	5	5	5	3
	Faixa de proteção costeira	2	5	5	4	5	4	3	5	5	3	5	4	2	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	3	3	5	3	5	4	3	3	5	4	5	4	3	2	5	3	5	4	2	3	5	3	5	2
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	4	3	3	5	5	4	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	5	3	4	3	5	5	5	1
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	3	5	4	5	5	3	3	5	5	5	5	3												
	Alimentação artificial da praia	2	4	4	3	3	5																		
	Tubos geotêxteis/sacos de areia	2	4	4	3	3	5							2	4	4	4	3	5						
	Paredão							4	5	3	4	4	5												
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco							4	5	4	4	5	5							2	5	4	3	5	3
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas																			4	4	5	4	5	3

Tabela 7.7 - Avaliação multicritério das medidas: 2042-2083. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo

Área Estudo	Opção/medida de adaptação	Setor A						Setor B						Setor C						Setor D					
		A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C
Bissau	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1						
	Faixa de proteção costeira	4	5	4	4	5	3	4	5	4	5	5	2	4	5	4	4	5	2						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	4	4	5	4	5	1	4	4	5	4	5	1	4	3	5	4	5	1						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	4	3	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1	4	5	3	5	5	1						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	2	3	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2						
	Muro de proteção							3	4	4	5	3	3												
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	4	4	5	5	5	2							4	4	5	5	5	2						
Bubaque	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	4	5	5	4	5	3							4	5	5	4	5	1						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	4	5	5	5	2	4	5	4	5	5	2	4	5	4	5	5	2						
	Faixa de proteção costeira	4	5	4	4	5	2	4	5	4	5	5	2	4	5	4	5	5	2						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	4	5	5	4	5	1	4	3	5	4	5	1	4	4	5	4	5	1						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	5	4	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1	4	3	5	5	5	1						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	5																		
	Alimentação artificial da praia	4	4	3	3	4	3																		
Suzana	Paredão	4	4	4	5	3	3																		
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	4	5	5	4	5	3							4	5	5	4	5	1						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	4	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1	4	3	5	5	4	2	5	5	5	5	5	2
	Faixa de proteção costeira	5	5	4	5	5	2	4	5	4	4	5	2	4	5	3	5	5	3	4	4	4	5	5	2
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	1	4	3	4	4	5	2	4	3	5	4	5	1
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	4	3	5	5	5	2	5	3	5	5	4	1	5	5	3	5	5	1	5	3	5	5	5	1
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2												
	Alimentação artificial da praia	4	2	4	2	2	3																		
	Tubos geotêxteis/sacos de areia	4	3	3	2	2	2							4	3	3	3	3	2						
	Paredão							4	4	4	5	3	3												
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco							4	5	5	5	5	3							4	5	5	4	5	2
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas																			4	4	5	5	5	2

Tabela 7.8 - Avaliação multicritério das medidas: 2084-2100. A = aplicabilidade; E = eficácia; D = desempenho com incerteza; Ac = aceitabilidade; S = sustentabilidade; C = custo

Área Estudo	Opção/medida de adaptação	Setor A						Setor B						Setor C						Setor D					
		A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C	A	E	D	Ac	S	C
Bissau	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1						
	Faixa de proteção costeira	4	4	4	5	5	2	5	5	4	5	5	1	5	3	5	5	5	1						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	5	3	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	2	3	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2						
	Muro de proteção							4	3	3	5	3	3												
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas	4	4	5	5	5	2							4	4	5	5	5	2						
Bubaque	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	5	5	5	5	5	1							5	5	5	5	5	1						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	3	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1	4	5	5	5	5	1						
	Faixa de proteção costeira	4	4	4	5	5	1	4	4	4	5	5	1	4	4	4	5	5	1						
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	5	5	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1						
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	5	4	5	5	5	1	5	3	5	5	5	1	4	3	5	5	5	1						
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	3																		
	Alimentação artificial da praia	5	4	3	3	4	3																		
Suzana	Paredão	4	3	4	5	3	3																		
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco	5	5	5	5	5	1							5	5	5	5	5	1						
	Plantação/reforço da vegetação costeira	5	4	5	5	5	1	5	4	5	5	5	1	3	3	3	5	3	1	5	4	5	5	5	2
	Faixa de proteção costeira	5	4	4	5	5	1	4	4	4	5	5	1	4	4	3	5	5	2	4	4	4	5	5	1
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco	5	4	5	5	4	4	5	3	5	5	5	1	5	3	3	5	5	1	5	3	5	5	5	1
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias	4	3	5	5	5	1	5	3	5	5	3	1	5	5	2	5	5	1	5	3	5	5	5	1
	Infiltração e drenagem de águas pluviais	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2												
	Alimentação artificial da praia	4	2	4	2	3	3																		
	Tubos geotêxteis/sacos de areia	4	3	3	2	2	2							4	3	3	3	3	2						
	Paredão							4	5	4	5	3	3												
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco							5	5	5	5	5	2							5	5	5	5	5	2
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas																			4	4	5	5	5	2

7.3.3 Caminhos de adaptação

Com base nos critérios da Tabela 7.4, os caminhos de adaptação e suas prioridades para os três diferentes horizontes temporais são apresentados nas Figuras 7.2, 7.3 e 7.4 para Bissau, Bubaque e Suzana, respectivamente.

As prioridades variam de acordo com área de estudo e setor de costa, o que deve estar relacionado com o tipo de uso e ocupação do solo e condições biofísicas. Por exemplo, a opção “plantação/reforço da vegetação costeira” foi considerada “prioridade alta” em todas as áreas de estudo e setores de costa em todos os horizontes temporais, exceto no setor C de Suzana onde foi avaliada como de “prioridade moderada” no primeiro horizonte temporal - todas as três áreas apresentam extensos setores de costa com vegetação de mangal e outras espécies, e em todas já foram realizadas plantações de vegetação costeira com a finalidade de proteger a costa ou recuperar o ambiente, como foi visto no Capítulo 6; em Suzana, por exemplo, as medidas “mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco” têm prioridade moderada no setor D, onde habitações e terras são afetadas pela inundação, enquanto no Setor B, em que existem algumas segundas residências/usadas para férias que podem ser afetadas pela erosão, a prioridade é “baixa”.

Observa-se que das prioridades nas diferentes áreas de estudo e setores de costa, geralmente a prioridade das medidas de adaptação aumenta com o tempo, não se verificando nenhuma opção de “prioridade baixa” nos dois horizontes temporais mais afastados no tempo em todas as áreas de estudo; em Bissau e Bubaque, todas as medidas tornam-se de “prioridade alta” a partir do segundo horizonte temporal, enquanto em Suzana persistem algumas medidas de “prioridade moderada”. Bissau é uma área urbana, com o maior número de população entre as áreas de estudo e já é afetada pela inundação, sendo que a ENM aumentaria significativamente o número de pessoas e bens afetados, quando comparado com outras áreas (ver Capítulo 5); Bubaque alberga uma cidade e é afetada tanto pela inundação como erosão, e dada a sua natureza insular, a ENM contribuiria para colocar mais pessoas e bens sob riscos. Suzana trata-se duma área rural, com menor população e maior superfície que as outras áreas; embora seja afetada pela inundação e erosão, a implementação de certas medidas de adaptação à ENM pode reduzir a prioridade das outras, considerando os fatos referidos.

Os dados sugerem que os avaliadores têm consciência clara que os riscos de erosão e inundação costeira e seus efeitos irão agravar-se à medida que o nível do mar se elevar e será cada vez mais importante e necessário implementar e manter/reforçar uma série de medidas que se complementem para lidar com esses fenómenos. Por exemplo, em Bissau, implementar um

“muro de proteção” no setor B foi considerado de “prioridade baixa” no primeiro horizonte temporal, mas um nível do mar mais alto poderia pôr em risco mais pessoas e bens em risco que justificariam os esforços necessários.

Em certos casos, medidas aparentemente contraditórias (e.g. Paredão e mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco, no setor A de Bubaque) apresentam a mesma prioridade. Isso deve estar relacionado com funções que cada uma desempenharia no local. No setor em referência, mesmo que as pessoas fossem retiradas da proximidade do mar, o paredão poderá ser útil para manter certas praias, uma vez que é o setor com as praias mais usadas devido a sua localização junto da cidade de Bubaque, que concentra 66,9% da população da ilha (INEC, 2009). Entretanto, as prioridades atribuídas às implementações das medidas dependem das incertezas das alterações climáticas, e também de diversas barreiras de adaptação locais, como se verá na seção seguinte.

Na Guiné-Bissau, o PANA é o único documento que se conhece que priorizou medidas de adaptação às alterações climáticas. Tais medidas, traduzidas em projetos que abrangem vários setores, incluindo a zona costeira, cobrem porém períodos muito curtos de 2 a 5 anos (República da Guiné-Bissau, 2006). Assim, este estudo constitui o primeiro trabalho que priorizou medidas de adaptação costeira a Guiné-Bissau numa perspetiva de curto a longo prazo, usando Caminhos de Adaptação.

Setor	Medidas de adaptação	Prioridade		
		2018-2041	2042-2083	2084-2100
A	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			
B	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Muro de proteção			
C	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			

Figura 7.2 - Caminhos de adaptação priorizados para Bissau, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais

Setor	Medidas de adaptação	Prioridade		
		2018-2041	2042-2083	2084-2100
A	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Alimentação artificial da praia			
	Paredão			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			
B1,2	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
C	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			

Figura 7.3 - Caminhos de adaptação priorizados para Bubaque, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais

Setor	Medidas de adaptação	Prioridade		
		2018-2041	2042-2083	2084-2100
A	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Alimentação artificial da praia			
	Tubos geotêxteis/sacos de areia			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			
B	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Infiltração e drenagem de águas pluviais			
	Paredão			
C	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Tubos geotêxteis/sacos de areia			
D	Plantação/reforço da vegetação costeira			
	Faixa de proteção costeira			
	Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco			
	Proibir, ou reduzir fortemente, a extração de areia e pedra nas praias			
	Mudar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco			
	Construção/melhoramento de diques anti-sal em bolanhas			

Figura 7.4 - Caminhos de adaptação priorizados para Suzana, mostrando prioridades das medidas por horizonte temporal e setor de costa. Cor vermelha indica caminho de prioridade baixa; cor amarela indica caminho de prioridade moderada; cor verde indica caminho de prioridade alta, para cada um dos horizontes temporais

A localização das medidas de adaptação no mapa para o primeiro horizonte temporal (2018-2041) em diferentes setores de costa de Suzana, realizadas pelos participantes, pode ser vista Figura 7.5. Como referido anteriormente, esta tarefa não foi realizada noutras áreas de estudo, nomeadamente Bissau e Bubaque.

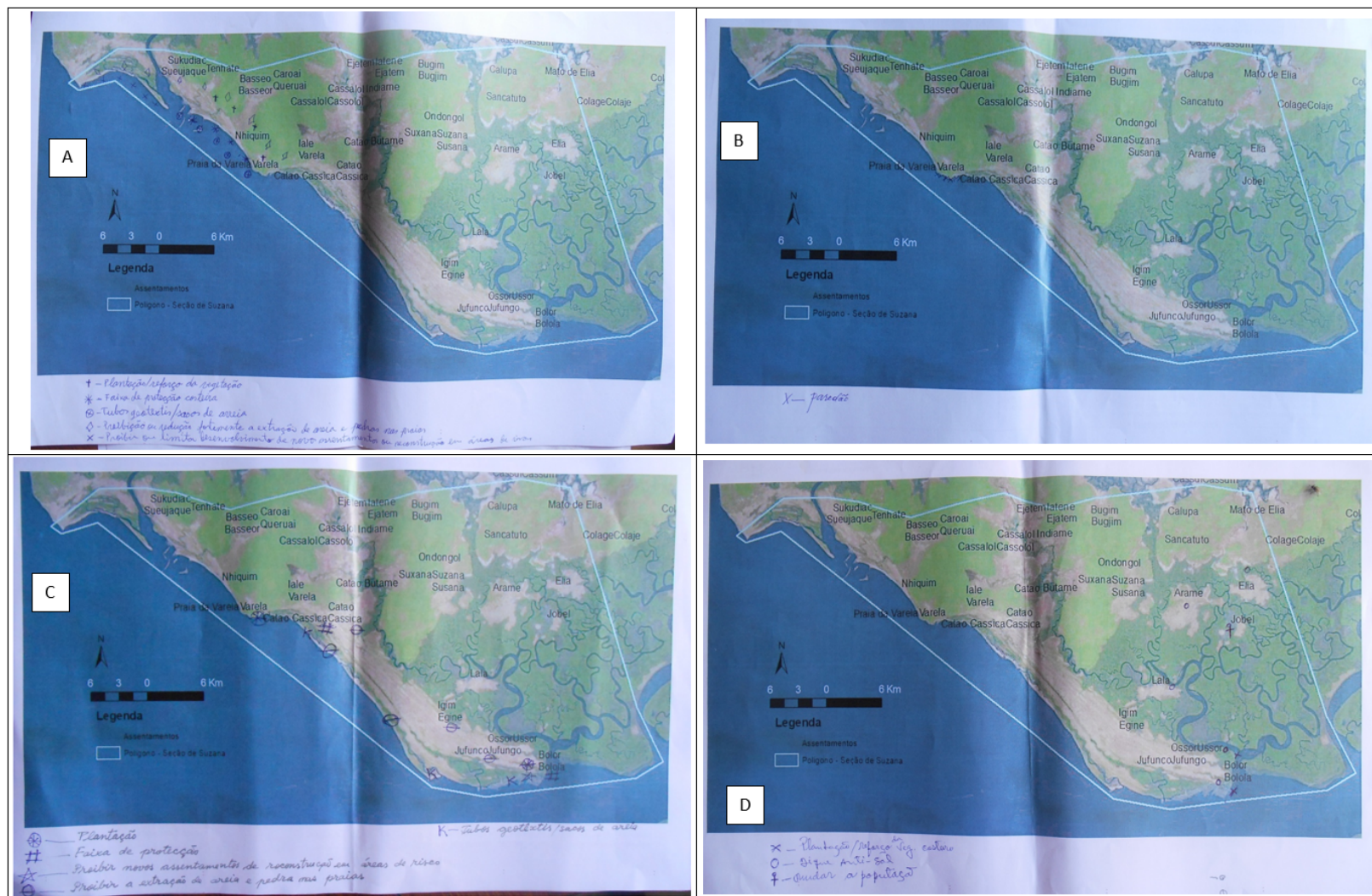


Figura 7.5 - Mapas com indicação de locais de implementação das medidas de adaptação e respectivas legendas para o horizonte presente (2018)-2041, feito pelos grupos de trabalho em Suzana. As letras A, B, C e D representam setores de costa de onde se realizou a localização das medidas

7.3.4 Barreiras e oportunidades

Como já referido, a etapa da identificação das barreiras e oportunidades e a seleção das três mais importantes, foi realizado apenas em Bubaque, devido à falta de tempo para terminá-los nas demais localidades. Os participantes do workshop identificaram um total de sete barreiras e três oportunidades, e indicaram as três mais importantes de cada categoria (Tabela 7.9). As barreiras identificadas estão em consonância com as anteriormente identificadas no inquérito com *stakeholders* em Bubaque (ver Capítulo 6). A instabilidade política e a falta de financiamento foram as barreiras mais mencionadas nos projetos resultantes do PANA (República da Guiné-Bissau, 2006). Em geral, barreiras desse tipo são comumente encontradas na África Subsaariana (Shackleton *et al.*, 2015) e nos pequenos estados insulares em desenvolvimento (ver Kuruppu e Willie, 2015).

As oportunidades aqui identificadas podem contribuir para o desenvolvimento sustentável a nível local ou nacional. Na Terceira Comunicação Nacional sobre Mudanças Climáticas, refere-se que a adaptação às alterações climáticas constitui uma oportunidades para o desenvolvimento sustentável da Guiné-Bissau, com potenciais ganhos a serem obtidas através da “venda de créditos de Redução Certificada de Emissões para os países desenvolvidos”, promoção da energia renovável, melhorias em vários setores socioeconómicos (e. g. agricultura, pesca) através da integração da adaptação às alterações climáticas no planeamento de longo prazo e conscientização dos atores locais (República da Guiné-Bissau, 2018). Estudo de Mbow e colegas (2014) mostrou que a adaptação às alterações climáticas tem contribuído para a promoção de desenvolvimento sustentável na África, incentivando, por exemplo, práticas agroflorestais com benefícios socioeconómicos (e.g. melhoria da renda) e ambientais (melhoria de microclimas) a nível local e contribuição para os esforços internacionais de redução de emissões de GEE (e.g. sequestro de carbono).

Tabela 7.9 - Barreiras e oportunidades de adaptação das alterações climáticas identificadas no workshop em Bubaque. As três primeiras e em itálico em cada grupo são as mais importantes (na ordem decrescente de 1 para 3); as restantes foram colocadas aleatoriamente

Barreiras	1) <i>Instabilidade política</i>
	2) <i>Pouca aderência da comunidade local</i>
	3) <i>Falta de recursos financeiros</i>
	4) Falta de recursos humanos (formação)
	5) Ação antrópica/desflorestação
	6) Aspectos institucionais/falta de sinergia entre as instituições
	7) Falta de seguimento das atividades
Oportunidades	1) <i>Angariação de fundos para preservação da zona costeira</i>
	2) <i>Energia renovável, reduzindo emissões de GEE</i>
	3) <i>Possibilidade de desenvolver atividades como drenagem urbana, plantação de árvores etc</i>

7.4 Conclusão

Este estudo usou método Caminhos de Adaptação, de forma a selecionar e avaliar medidas de adaptação a riscos de impactos de ENM e considerando três horizontes temporais no presente século com diferentes cenários de ENM, com vista a reduzir riscos de erosão e inundação costeira. O estudo também visou identificar e ordenar barreiras e oportunidades de adaptação. Várias medidas de adaptação foram selecionadas para diferentes setores de costa das três áreas de estudo, refletindo a influência de tipo de costa, dependente de uso e ocupação do solo e características físicas. A avaliação construiu caminhos de adaptação que mostram que a prioridade para a implementação das medidas varia com área de estudo e setor de costa e, em geral, aumenta à medida que o nível do mar se eleva. Isso mostra que os *stakeholders* estão cientes que a ENM irá aumentar o risco de erosão e inundação costeira e que cada vez mais esforços serão necessários para lidar com os efeitos resultantes. Constatou-se que a adaptação à ENM será um grande desafio, com diversas barreiras para as comunidades costeiras, como a falta de recursos financeiros e a situação de instabilidade político-governativa do país. Porém, pode constituir uma oportunidade para o país e as comunidades costeiras captarem fundos e trabalharem no sentido da promoção de desenvolvimento sustentável. A abordagem participativa permitiu explorar melhor uma diversidade de possíveis medidas de adaptação locais e obter consenso de diversos atores sobre a possibilidade de exequibilidade de implementação dessas medidas. Os caminhos de adaptação mostram-se como uma abordagem virada para o desenvolvimento sustentável, incentivando o planeamento de adaptação a longo prazo e a adoção e concentração de ações de adaptação em certas medidas e períodos, conforme se justifiquem para reduzir a vulnerabilidade.

Capítulo 8

8 Discussão geral

8.1 Introdução

Erosão e inundação costeira estão entre os principais riscos de impactos da ENM para as comunidades costeiras de todo o mundo. A compreensão desses riscos e da tendência da sua evolução espaço-temporal é uma condição necessária para a definição de políticas e planejamento costeiro futuro. Cientistas, governos e outros *stakeholders* têm vindo a desenvolver esforços utilizando diferentes técnicas, como SIG e a promoção da participação pública para investigar as causas e consequências de ENM, bem como encontrar soluções de adaptação a curto, médio e longo prazos.

Na Guiné-Bissau, a população e as atividades económicas e infraestruturas estão maioritariamente concentradas na zona costeira de cotas baixas (República da Guiné-Bissau, 2006, 2018; UICN e MDRA, 1992). Isso faz da ENM uma ameaça séria para a sobrevivência das comunidades costeiras. Dada a complexidade que envolve as alterações climáticas e ENM, sistemas biofísicos e sociais nas zonas costeiras, esta tese combinou vários métodos que permitiram explorar melhor os riscos e medidas de adaptação, assim como identificar e discutir potenciais barreiras e oportunidades da adaptação à ENM em três áreas costeiras da Guiné-Bissau, com foco na erosão e inundação costeira.

Neste capítulo, são discutidos os riscos de erosão e inundação costeira e medidas de adaptação em cenários da ENM para comunidades costeiras da Guiné-Bissau, particularmente para Bissau, Bubaque e Suzana. A discussão apresentada reflete as questões de investigação identificadas na tese (ver Capítulo 1, seção 1.2):

Primeiro, as questões de investigação são abordadas de forma integrada em duas partes que constituem eixos importantes da tese: 1) riscos de erosão e inundação costeira nas comunidades costeiras; e 2) adaptação de comunidades costeiras. A primeira parte incide sobre as questões 1, 2 e 3 e contribuições obtidas dos capítulos 4 a 6 para discutir o risco de erosão e inundação costeira e seus efeitos, em cenários de ENM, para as comunidades costeiras das três áreas de estudo. A segunda parte incide sobre as questões 4 e 5 e contribuições dos capítulos 6 e 7 para discutir as potenciais medidas de adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de ENM nas três áreas de estudo, e discutir ainda as potenciais barreiras e oportunidades. A questão principal da investigação é abordada no final, integrando as principais contribuições do estudo.

8.2 Riscos de erosão e inundação costeira nas comunidades costeiras

As zonas costeiras são cruciais para a vida na Terra, pois fornecem meios de subsistência e são vitais para a economia global de várias maneiras, mas a ENM representa sérios riscos para estas zonas (USAID, 2009). A avaliação de risco de erosão e inundação costeira fornece uma base racional para apoiar o desenvolvimento de políticas de adaptação costeira nas escalas local, regional e nacional (Dawson *et al.*, 2009). Aliás, ótimas estratégias de adaptação só poderão ser desenvolvidas se houver um grau de previsão sobre o que provavelmente irá acontecer e como as pessoas serão afetadas (Pittock, 2009). Para fornecer informações sólidas, a avaliação deve envolver tanto análises quantitativas (e.g. através do GIS) como qualitativas (Frazier, Wood e Yarnal, 2010). Com efeito, foram integradas várias abordagens para estimar e categorizar o risco de erosão e inundação costeira para as comunidades costeiras da Guiné-Bissau.

Primeiro, foi analisada a tendência passada da evolução da linha de costa por um período de 41 anos, a fim obter informações quantitativas que permitissem caracterizar a erosão e identificar áreas de risco, o que requereu informações que permitem localizar a posição de linha de costa em diferentes escalas de tempo. Para esse propósito, foram combinadas fotografias aéreas dos anos de 1967, 1989 e imagens de satélite de média resolução do ano 1999 e de alta resolução do ano 2017, que foram processadas no ambiente ArcGIS usando aplicações *Digital Shoreline Analysis System* e *Coastline Change Mapper* (ver Capítulo 4) para quantificar a evolução da linha de costa em diferentes horizontes temporais: 1967-1989, 1967-1999 e 1976-2017. Essa metodologia permitiu avaliar com sucesso a evolução da linha de costa.

A avaliação da evolução de linha de costa em Suzana mostrou que a erosão não é generalizada naquela costa: a linha de costa recuou (erosão) em alguns setores, avançou (acrecção) em outros e manteve-se estável (equilíbrio/estabilidade) em outros. A erosão manifesta-se principalmente em setores arenosos consolidados, enquanto a acreção predomina nos setores de ilhas-barreira (ver Capítulo 4, Figura 4.4), sugerindo que a geomorfologia costeira desempenha um papel fundamental na evolução da linha de costa em Suzana. Foi observado que percentagem de setores de costa em erosão é maior em todos os períodos. Para o período de 41 anos (1976-2017) a taxa máxima de erosão foi de $-18,23 \pm 0,5$ m/ano (observada a sul de Varela) e a taxa máxima de acreção foi de $14,68 \pm 0,5$ m/ano (entre as Aldeia de Edjim e Djifunco). Essa quantificação reveste grande importância em termos de informações para gestores e comunidades costeiras e científicas, uma vez que o único estudo da evolução de linha de costa com cobertura da costa de Suzana (Faye, 2010) abrange apenas um período de 21 anos e usou uma metodologia com precisão muito menor do que este estudo.

As causas da mudança de linha de costa incluem fatores naturais e humanos (CILSS, 2016; Guiné-Bissau, 2006; República da Guiné-Bissau, 2018; e Capítulos 4 e 6) e a magnitude da erosão apresenta variação sazonal (LNEC, 2011). Os efeitos da erosão já são sentidas e incluem destruição de infraestruturas, terras agrícolas, ecossistemas e modificação do perfil da praia. Algumas campanhas de sensibilização e formação sobre a erosão e proteção costeira foram desenvolvidas na zona pelo projeto ACCC (ACCC, 2012; Roncerel, 2010). No entanto, houve dificuldades na sua implementação por falta de recursos e do apoio do governo (Roncerel, 2010). Isso confirma que países com falta de recursos têm e terão dificuldades para se adaptarem às alterações climáticas e ENM (Barbier, 2015; World Bank, 2011). Se mais medidas de adaptação não forem tomadas nos próximos tempos e se a magnitude da erosão continuar na proporção do período em estudo, corre-se o risco de perder grandes porções de terras agrícolas e algumas aldeias próximas ao mar, como Varela, Nhiquim e Catão, que poderão ser destruídas. Em segundo lugar, foi realizada a quantificação e cartografia da inundação costeira em cenários de ENM, a qual depende de dois elementos principais: i) dados de elevação do terreno; e ii) dados relativos à altura do nível de água. Esses elementos foram obtidos de diferentes fontes e processados em SIG (ver Capítulo 5). Essa técnica conhecida como inundação de superfície única, permitiu estimar a área terrestre, a população e outros elementos em risco nas três áreas de estudo: Bissau, Bubaque e Suzana. Como mostrado no capítulo 3, a terra inundada aumenta com a altura de água, ou seja, aumenta à medida que valor maior de ENM é usado. Por exemplo, em Bissau 0,34 m de ENM inundaria 21,76 km², enquanto que uma ENM de 1,95 m inundaria 27,78 km² (ver Capítulo 5). Comparando as três áreas de estudo, observa-se uma variação tanto na altura da água quanto na área de terra inundada. Isso está estritamente relacionado com a topografia/hipsometria e com as diferenças no NTA devido à variabilidade espacial da maré astronómica entre as localidades estudadas.

A propagação da inundação afeta de forma desigual a população, habitações, agricultura e outros bens nas três áreas de estudo, assim como em diferentes setores de costa de cada área. Os riscos dependem de vários fatores como: altitude e declive da costa, densidade populacional, uso e ocupação do solo, existência ou não de estruturas de proteção costeira, como foi observado por outros estudos (e.g. Cooper, Beevers e Oppenheimer, 2008; Murdukhayeva *et al.*, 2013). Bissau apresenta o maior número de pessoas que estarão a viver e serão afetadas pela inundação em todos os horizontes temporais, quando comparado com Bubaque e Suzana (ver Capítulo 5). Esse fato está sobretudo relacionado com a ocupação desordenada de áreas de cotas baixas e alta densidade populacional. No entanto, como se pode ver no Capítulo 3, a gravidade do risco de inundação costeira no presente é manifestamente maior em Suzana,

concretamente na ilha de Djobel. O risco de inundação em Djobel apresenta duas características: 1) a Ilha de Djobel desenvolveu-se numa área de cotas baixas que o sujeita a inundação todos os dias durante preia-mar (ver Figura 5.6), afetando suas habitações e meios de subsistência (basicamente cultura de arroz); 2) a população não possui condições financeiras e humanas para proteger suas habitações totalmente precárias e terras agrícolas essencialmente inundáveis, nem para abandoná-las e adquirir outras, o que vai ao encontro com as conclusões do Barbier (2015) de que pobres rurais têm menos capacidade para lidar com a ENM.

Populações locais tradicionalmente desenvolveram práticas de construção de diques anti-sal para proteger as suas culturas de arroz de terra inundada contra a intrusão de água salgada, e têm contado com apoios pontuais de ONGs ou Governo para melhorar as técnicas e estruturas. Em terceiro lugar, os riscos costeiros foram estudados através do envolvimento de *stakeholders* locais, analisando a sua perceção sobre riscos de impactos da ENM, incluindo erosão, intrusão salina e de outros fatores climáticos como a precipitação e temperatura, que também afetam comunidade costeiras (ver Capítulo 6). A participação de *stakeholders* locais na avaliação de riscos climáticos é reconhecido como um processo que pode facilitar o aumento do interesse sobre o tema e reconhecimento público da gravidade de potenciais impactos (Brody *et al.*, 2008).

Nas três áreas de estudo, a perceção de *stakeholders* (população local, poder público, setor privado/empresas, investigadores/cientistas) foi investigada usando inquéritos por questionário. Isso é relevante porque o sucesso de quaisquer políticas e ações de adaptação costeira dependerá do reconhecimento dos *stakeholders* locais das alterações do nível do mar e outros fatores climáticos como ameaças para a comunidade.

A ENM e o aumento de riscos associados (e.g. erosão e inundação costeira) e a alteração de outros fatores climáticos nas duas últimas décadas foram reconhecidos por inquiridos. A maioria acredita que essas alterações e riscos decorrentes são causadas pelas atividades humana (e.g. extração de areia, agricultura, emissões de GEE) e por mudanças normais da natureza. Os impactos adversos verificam-se em vários setores e atividades, como por exemplo, agricultura, habitações/infraestruturas, recursos hídricos. Estes impactos tenderão a agravar-se, se se verificar a ENM nos padrões projetados para a região (Jevrejeva *et al.*, 2016), uma vez que essas comunidades estudadas situam-se em áreas de cotas baixas (ver Capítulo 2). Um aumento na intensidade e frequência da inundação costeira representaria um grande perigo com potencial aumento de perdas de vida, particularmente nas comunidades costeiras de países em desenvolvimento (Vellinga e Leatherman, 1989). As alterações no regime de precipitação poderão também constituir um agravante da inundação costeira tanto instantaneamente como a

longo prazo. Por exemplo, se houver coincidência na ocorrência da sobrelevação meteorológica com chuvas intensas, verificar-se-á instantaneamente uma maior elevação do nível da água, impedindo o rápido escoamento da água pluvial e agravando danos para as comunidades; a longo prazo, o nível de água cada vez mais alto também terá consequências no escoamento superficial, já que passa a ocupar permanente as superfícies baixas por onde deve escoar a água pluvial. Por outro lado (República da Guiné-Bissau, 2018), a pouca precipitação que se tem verificado nas últimas décadas favorece a salinização do solo costeiro pelas água do mar. Estudo de Delphine e colegas (2013) no planície de Ndour (Senegal), mostrou que a diminuição e a irregularidade de precipitação levou ao aumento da capilaridade da água salgada subterrânea e afloramento do sal nas terras costeiras baixas de agricultura inundada, causando queima de plantas e diminuição da produção de arroz.

A maioria de *stakeholders* acredita que a ENM e alterações climáticas são causadas principalmente pela atividade humana. Também reconhecem que as atividades humanas desenvolvidas na zona costeira (e. g. extração de areia, agricultura) afetam a dinâmica costeira, aumentando o risco da erosão e inundação costeira.

8.3 Adaptação de comunidades costeiras a risco de erosão e inundação costeira

Embora as comunidades costeiras tenham-se adaptado às mudanças nas condições ao longo da história, a ENM e o alcance e magnitude de riscos esperados trazem um desafio particular e tornam necessário que as comunidades costeiras planeiem a adaptação (Sahin e Mohamed, 2013). A adaptação deve basear-se nos riscos e também considerar a incertezas das alterações climáticas (Nicholls, 2003). No entanto, incertezas relacionadas com alterações climáticas não podem ser totalmente eliminadas para tomar iniciativas de adaptação (Pittock, 2009). Essa ideia está de acordo com o Princípio 15 (princípio de precaução) da Declaração do Rio de Janeiro sobre Ambiente e Desenvolvimento (1992) que estabelece que “[...] onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas [...]” (United Nations, 1992). Portanto, comunidades costeiras devem iniciar urgentemente o processo de adaptação, mesmo com as incertezas sobre a ENM, uma vez que os efeitos já se manifestam em muitas zonas costeiras (Vellinga e Leatherman, 1989). Esse processo de adaptação à ENM deve ser conduzido de forma a promover o desenvolvimento sustentável, particularmente a nível local (Duxbury e Dickinson, 2007; Hurlimann *et al.*, 2014), através de facilitação da apropriação local de respostas de adaptação, desenvolvimento coletivo de ações (comunidades locais/diferentes níveis de governo) e garantia de equidade no espaço e

no tempo (Hurlimann *et al.*, 2014). Niang-Diop e colegas (2004) enfatizam que a sustentabilidade de adaptação dum setor depende da integração de políticas e medidas de adaptação de outros setores. Neste contexto, deve-se ter em atenção as potenciais consequências que decorrem da adaptação e que podem, por exemplo, favorecer um grupo e ao mesmo tempo reduzir o acesso de outros grupos a recursos (Eriksen e Brown, 2011), ou beneficiar alguns setores e prejudicar outros (Eriksen *et al.*, 2011). Outro aspeto importante a considerar na adaptação é a consequência das ações de adaptação no sistema natural, que muitas vezes é suporte importante para a subsistência das comunidades, particularmente em áreas rurais pobres. Além disso, em zonas costeiras o sistema natural funciona como amortecedor natural para evitar ou reduzir riscos de impactos de perigos costeiros nas povoações e infraestruturas e sua destruição aumenta a vulnerabilidade destas (Engineers Australia, 2012; IPCC, 2014). As zonas húmidas armazenam ainda cerca de 10 a 20% do seu carbono e a sua preservação contribui para a mitigação da concentração dos GEE (USAID, 2009). Daí que qualquer ação que vise promover adaptação das comunidades costeiras deve também contribuir e/ou levar em consideração a adaptação do sistema costeiro natural, ou pelo menos não o perturbar. Como é descrito por Cooper e Lemckert (2012), a capacidade de adaptação de sistema costeiro natural depende em parte da ausência de interferência humana. Na Guiné-Bissau diversos documentos governamentais, como o Plano Estratégico e Operacional 2015-2020 “Terra Ranka” (PEOTR), o PANA e as Comunicações Nacionais sobre Alterações Climáticas, reconhecem a importância da conservação e preservação do ambiente costeiro para promoção do desenvolvimento sustentável do país (República da Guiné-Bissau, 2006, 2015, 2018).

Nesta tese o investigador e *stakeholders* locais das três áreas de estudo trabalharam em colaboração para identificar, avaliar e priorizar medidas de adaptação em cenários de ENM, assim como identificar potenciais barreiras e oportunidades de adaptação, para os riscos de erosão e inundação costeira (ver Capítulos 6 e 7). A participação destes *stakeholders* é importante de ponto de vista da sustentabilidade de adaptação (ver McNeeley, 2012).

Numa primeira fase foram analisadas, através de um inquérito por questionário a *stakeholders* locais, as estratégias e barreiras e de adaptação à ENM de comunidades costeiras de Bissau, Bubaque e Suzana (ver Capítulo 6). Essa recolha de opiniões é importante não só para identificar as medidas e barreiras de adaptação, como também pode revelar quais ações seriam aceites e apoiadas pela comunidade e quais não seriam (ver Leiserowitz, 2005), e consequentemente pode permitir direcionar esforços e recursos para ações com maiores probabilidades de serem implementadas com sucesso.

As comunidades locais já desenvolvem várias ações com vista a lidar com os riscos de impactos da ENM, particularmente a erosão e inundações costeiras (ver Capítulos 1 e 6). Merece destaque a tradicional e secular prática de construção de diques anti-sal, técnica desenvolvida por comunidades costeiras, para evitar a intrusão de água do mar em áreas de cultivo de arroz e, também, regular o volume de água doce nas mesmas. Esses diques têm extrema importância do ponto de vista de subsistência e segurança alimentar das populações rurais costeiras, uma vez que muitas vezes a agricultura de terra inundada é a principal atividade económica. Foi observada nos últimos anos a destruição de diques anti-sal devido a marés altas associadas à ENM, o que levou à salinização do solo costeiro e à perda de capacidade produtiva do arroz na Guiné-Bissau (República da Guiné-Bissau, 2018). Isso significa que se se verificar a ENM projetada para a região (Jevrejeva *et al.*, 2016), os diques anti-sal estarão cada vez mais sob risco de galgamento ou rompimento, provocando a inundação das culturas de arroz, com possíveis reflexos na segurança alimentar. Os diques construídos com a finalidade de proteger habitações localizadas em áreas costeiras de cotas baixas, como se verifica por exemplo no bairro de Cuntum, em Bissau, e nas aldeias de Djobel e Elia, em Suzana, também estarão sob risco de galgamento ou rompimento, implicando a deslocação de pessoas. Significa que algumas medidas de adaptação atualmente adotadas já não garantem totalmente os objetivos desejados, e considerando a ENM projetada para a região (Jevrejeva *et al.*, 2016), o aumento da temperatura e irregularidade e diminuição de precipitação projetadas (INM-GB, 2016), será necessário reforçá-las ou melhorá-las e/ou adotar outras novas, como sugerido por *stakeholders* inqueridos (ver Capítulo 6). O desenvolvimento e a aplicação prática dessas medidas exigirão esforços para superar vários tipos de barreiras que o país e os locais estudados enfrentam.

A fase seguinte (Capítulo 7) focou-se na avaliação e priorização de opções/medidas de adaptação à erosão e inundações costeiras em cenários de ENM. A literatura e os resultados obtidos na fase anterior (Capítulos 4, 5 e 6) serviram de fontes de informação para esta fase, contribuindo para a tomada de decisão sobre potenciais medidas de adaptação. Por exemplo, a cartografia da inundação realizada (Capítulo 5), permitiu aos envolvidos terem ideia sobre as zonas que potencialmente seriam inundadas num determinado cenário de ENM e os efeitos resultantes, podendo assim basear a sua decisão sobre adaptação na extensão da inundação e seus efeitos em cada horizonte temporal. A propósito, foi aplicado o método caminhos de adaptação, com apoio de análise multicritério, que permitiu a criação conjunta de uma visão de adaptação à ENM até 2010.

Dada a variabilidade no espaço, características biofísicas, uso e ocupação do solo e alteração temporal do nível do mar, as medidas de adaptação foram selecionadas e avaliadas de acordo

com o setor de costa, cenário de ENM e horizonte temporal (ver Capítulo 7), por forma a permitir uma melhor tomada de decisão sobre a adequação em cada setor e em cada horizonte temporal. Ainda assim, verifica-se que as medidas identificadas variam por setor de costa e área de estudo e repetem-se na maioria dos casos, o que mostra que apesar de algumas diferenças os setores de costa e as áreas de estudos apresentam algumas similaridades em termos de características biofísicas e socioeconómicas. A combinação de várias medidas de adaptação costeira pode ser mais vantajosa do que usar uma única, uma vez que geralmente se complementam, como sugerido por Scussolini e colegas (2017).

Se implementadas, as medidas trariam vários benefícios para a sociedade. Por exemplo, diques anti-sal que protegeriam a cultura de arroz da inundação marítima, contribuindo para aumentar a produção do arroz e garantindo a segurança alimentar, principalmente em comunidades dependentes da agricultura de subsistência, como é o caso de Suzana; a alimentação artificial da praia tem importância cultural e recreativa associadas à manutenção da praia, e poderia contribuir para o aumento do fluxo turístico e divisas.

Observou-se que as prioridades de conceção e de implementação das medidas de adaptação tende, em geral, a aumentar à medida que um cenário de ENM mais alto é considerado. Isso sugere uma clara correlação entre a ENM, aumento de riscos para as comunidades costeiras e necessidade de mais ações de adaptação. Também, sugere que os *stakeholders* que fizeram a avaliação estão cientes do aumento do risco de erosão e inundação costeira no futuro, o que é importante do ponto de vista da adaptação, uma vez que podem usar esse conhecimento para influenciar as comunidades para evitarem o uso e ocupação desordenada do solo, particularmente em zonas identificadas como mais suscetíveis aos riscos.

A conceção e implementação das medidas de adaptação enfrenta e enfrentará várias barreiras na Guiné-Bissau (ver Capítulo 6). Destas, a instabilidade política e falta de recursos financeiros e humanos parecem ser uns dos mais críticos num meio onde a maior parte da população vive na pobreza e as políticas climáticas estão principalmente dependentes do financiamento internacional. A adaptação a futura ENM será particularmente desafiante para populações rurais da Guiné-Bissau, que são mais pobres e consequentemente menos capazes de enfrentar as alterações climáticas e ENM (República da Guiné-Bissau, 2006, 2018). Isso corrobora o trabalho de Barbier (2015) que notou que pobres rurais de ZCBA de países em desenvolvimento são particularmente vulneráveis à ENM, porque esta causa perturbações e ruturas nos seus principais meios de subsistência, como a agricultura e pesca. Aliás, é amplamente reconhecido que os países em desenvolvimento enfrentem maiores desafios das alterações climáticas do que os países desenvolvidos, porque geralmente têm baixa capacidade de adaptação, devido à

infraestrutura inadequada (Mimura, 2013), alta incidência de pobreza (Barbier, 2015; Pettengell, 2010; World Bank, 2011) e menor renda per capita, instituições mais fracas e menos acesso à tecnologia, crédito e mercados internacionais (Burton, Diringier e Smith, 2006), dependência da sua produção económica de recursos naturais sensíveis às alterações climáticas e ENM (e.g. agricultura, pesca, turismo) (Barbier, 2015; Burton, Diringier e Smith, 2006), entre outros fatores. Crianças, mulheres e idosos poderão enfrentar maiores desafios, pois sabe-se que em geral estas camadas sociais são as mais vulneráveis aos efeitos da ENM (e.g. Hardy e Hauer, 2018; Walker e Burningham, 2011).

Todavia, os *stakeholders* veem também na adaptação às alterações climáticas e ENM algumas oportunidades para a promoção do desenvolvimento sustentável do país, como a angariação de fundos para a preservação do ambiente costeiro e promoção de energias renováveis.

8.4 Abordando a principal questão de investigação

Como os riscos da erosão e inundação costeira afetam e irão afetar as comunidades costeiras da Guiné-Bissau com os cenários projetados da ENM, e quais são as estratégias e medidas de adaptação mais adequadas?

Nos capítulos e setores anteriores, foram analisados vários aspetos relacionados com a erosão e inundação costeira na Guiné-Bissau para compreender os riscos que representam para as comunidades costeiras e desenvolver medidas de adaptação considerando cenários de ENM.

Com base nos três estudos de caso realizados, verifica-se que as comunidades costeiras já são afetadas negativamente pela erosão e inundação costeira e que esses efeitos tenderão a agravar-se nas próximas décadas, se se verificar a ENM esperada para a região. Os riscos de erosão e inundação costeira ocorrem e ocorrerão em função da concentração da população, infraestruturas e outros bens em áreas de cotas baixas próximas ao mar e/ou junto de praias em erosão. A erosão mais intensa é observada em Suzana, região com costa arenosa e aberta ao Oceano Atlântico; em seguida, em Bubaque, onde embora não tenha sido possível proceder a quantificação, é observável e perceptível em certas zonas, como confirmado por inquérito realizado com *stakeholders* locais (ver Capítulo 6); e por último em Bissau, a erosão é praticamente insignificante, pois localiza-se numa zona estuarina menos sujeita às ondas marítimas e apresenta uma costa pantanosa e coberta por mangal, sendo pouco perceptível (ver capítulos 2, 4 e 6). A inundação costeira apresenta maiores efeitos em Bissau e Suzana, áreas com concentração de pessoas e bens (e.g. habitações e agricultura) em áreas de cotas baixas.

Os efeitos são menores em Bubaque, onde maior parte pessoas e bens estão localizadas em áreas relativamente altas.

Um aspeto importante a realçar é que não há compreensão completa dos fenómenos das alterações climáticas e ENM e suas dimensões atuais e futuras, e isso por si pode levar as pessoas a exporem-se aos riscos. Ainda, o planeamento e ordenamento do território é muito fraco tanto a nível urbano como rural, levando as pessoas e/ou entidades a usarem áreas potencialmente inundáveis ou erodíveis para construir habitações, hotéis e outras infraestruturas, ou para abrirem campos de cultivos de arroz em áreas inapropriadas. Em Bissau, se o uso e ocupação do solo continuar a ocorrer de forma desordenada e o crescimento da população continuar no ritmo das últimas quatro décadas, a futura ENM acarretará grandes danos com o aumento de inundação de terras agrícolas, infraestruturas e habitação. Bubaque e Suzana poderão sofrer aumento de pressão nos próximos anos relacionadas com a atividade turística, uma vez que constituem as principais zonas turísticas do país e o governo pretende fazer do setor do turismo um dos grandes motores do crescimento económico nos próximos anos, através da promoção do aumento do fluxo turístico, particularmente no Arquipélago dos Bijagós (República da Guiné-Bissau, 2015), onde Bubaque funciona como uma espécie de ponte de interligação entre as ilhas. Embora os fundos do turismo possam contribuir para subsidiar a conservação do ambiente costeiro, o turismo tem potencial de provocar impactos negativos nas destinações turísticas, como desflorestação e perda de biodiversidade, erosão costeira, entre outros (e.g. Fandé e Pereira, 2014), que podem por sua vez agravar o risco inundação costeira.

As medidas de adaptação adequadas aos riscos de erosão e inundação costeira de curto a longo prazo foram identificadas e avaliadas em termos de prioridade para sua implementação, e variam de acordo com a área costeira e horizonte temporal (Capítulos 6 e 7). Aqui são abordadas algumas delas que, com base nos capítulos anteriores, apresentam-se como fundamentais e/ou urgentes, dada a sua importância e abrangência observadas nas áreas estudadas, nomeadamente em relação à proteção de pessoas e bens mais afetados, como habitações, infraestruturas e agricultura. Convém salientar que as medidas aprestam vantagens e desvantagens como também interações entre eles, como se verá.

Mudar a população em áreas de risco: essa medida é urgente em certas zonas, como na Ilha de Djobel em Suzana e alguns bairros de Bissau, como Cuntum Madina e Quelelé, porque já são severamente afetados pela inundação costeira, levando em alguns casos ao abandono de residência (ver Capítulos 5 e 6). Como se pode ver nos capítulos anteriores, não há uma política estabelecida do governo para esse efeito, ocorrem apenas ações não planeadas, como aconteceu

quando houve conflito entre populações da ilha de Djobel com as povoações vizinha sobre posse de terra para o reassentamento dos primeiros, resultando em perdas de vida humanas (ver Capítulo 5). Portanto, a implementação dessa opção depara com grandes dificuldades, uma vez que as vítimas geralmente não dispõem de condições para adquirir novas terras ou habitações. Como se pode ver no Capítulo 1, a retirada planeada pode ter custos elevados, além de outros efeitos sociais nas destinações dos deslocados. É necessária ação planeada do governo sobre o tema, identificando todas as áreas com necessidade de retirada planeada e criando programas para esse efeito, evitando consequências mais graves.

Proibir ou limitar desenvolvimento de novos assentamentos ou reconstrução em áreas de risco: essa opção implica identificação e delimitação das áreas de risco e pode contribuir para evitar situações futuras que põem pessoas e bens em risco com custos maiores. Como referido no capítulo 5, as pessoas tendem a ocupar áreas de risco de inundação quando eles ficam secas devido ao impedimento da subida da maré por diques anti-sal, como é o caso dos Bairros de Cuntum e Quelelé em Bissau. Acontece que esses diques são suscetíveis ao galgamento e rompimento durante tempestades e nesses casos, as águas do mar podem voltar a ocupar esses espaços, destruindo as habitações e infraestruturas e forçando o abandono do local, com diversas consequências socioeconómicas decorrentes. Essa medida é igualmente considerável para a erosão costeira. Embora esta tese tenha estudado apenas a evolução passada do nível do mar, isso traz uma visão da tendência da erosão que deve ser considerada na futura ocupação da zona costeira para evitar que pessoas e seus bens sujeitem-se a risco de erosão. Em Varela, por exemplo, onde um grande complexo hoteleiro foi destruído pela erosão costeira, verificam-se atualmente novas construções de hotéis a poucos metros de praia, quais podem ser destruídos em menos de 10 anos se a erosão continuar a ocorrer naquela localização no ritmo atual. Essa medida complementa-se com a faixa de proteção costeira e necessitará de instrumentos de política (regulamentos etc.) que possam garantir a sua implementação. Será necessário investimento público para que pessoas que não tenham condições de abandonarem voluntariamente essas áreas possa adquirir novas terras ou habitações.

Construção/melhoria de diques anti-sal: apesar das comunidades costeiras desenvolverem algumas práticas tradicionais para lidar com os efeitos da erosão e inundação costeira, como construção de diques anti-sal, em alguns casos apoiadas por entidades públicas e ONGs, estas estruturas estão a mostrar-se cada vez mais ineficazes diante da ENM e de eventos extremos, levando ao abandono de muitas áreas de cultivo e ameaçando povoações inteiras, como é o caso de Djobel, que será obrigada a retirar-se e a realojar em outro local. A consideração desta medida de adaptação é de extrema importância na medida que poderia aumentar a produção do

arroz de mangal e contribuir para o aumento de segurança alimentar no país, uma vez que esse sistema de produção de arroz é um dos mais produtivos do país, e o arroz é o cereal mais consumido no país (INE, 2017; República da Guiné-Bissau, 2018). Além disso, a melhoria desse sistema de produção poderia diminuir a desflorestação de imensas áreas através da redução da abertura de novos campos para a prática de agricultura itinerante (agricultura de sequeiro, menos produtiva), contribuindo assim para a conservação da floresta e biodiversidade e outros aspetos ambientais importantes (República da Guiné-Bissau, 2018). Mas, como salientado no relatório do GPC, a construção de grandes diques/barragens, pode ter prejuízos ambientais e sociais, como devastação de grandes áreas de mangal que abrigam peixes e outras espécies (UICN e MDRA, 1992). Por isso, é necessário um planeamento e delimitação das áreas a serem recuperadas ou novas áreas a serem convertidas em terra agrícolas.

Faixa de proteção costeira: Como visto no Capítulo 7, esta medida permite manter a vegetação costeira para absorver e/ou minimizar os efeitos da erosão e inundação costeira, através da delimitação da intervenção humana numa faixa de costa delimitada. É de salientar que esta medida foi uma das proposta de gestão costeira do GPC em seu relatório de 1992 (UICN e MDRA, 1992), embora não tenha sido analisada em diferentes cenários da ENM. O relatório propõe a “definição de uma faixa mínima de conservação de mangais para toda a área costeira: ao longo dos cursos de água com mais de 10 metros de largura e na banda voltada ao mar aberto, a manutenção de uma faixa de mangal de pelo menos 30 a 100 metros de largura (para os canais nas duas margens)” (UICN e MDRA, 1992, p. 114). O mesmo relatório propõe também que a definição da largura da faixa em cursos de água com menos de 10 m seja feita por técnicos do Ministério do Desenvolvimento Rural e Agricultura, que tutelava na altura o GPC. Não há, no entanto, nenhuma indicação de que tal proposta tenha sido traduzida em lei ou posta em prática até esta data. Nesta tese, esta medida foi apresentada e avaliada em diferentes cenários da ENM e a discussão sobre sua largura em cada área de estudo considera o uso e ocupação de solo local. Por exemplo, em áreas urbanas com costas já densamente ocupadas, a faixa de proteção costeira deve ser menos larga do que em áreas rurais pouco ocupadas. A criação de faixa de proteção costeira é de extrema importância para proteção da costa sobretudo a longo prazo e contribuiria para a manutenção ou melhoramento de zonas húmidas, que além de contribuírem para a adaptação, contribuem também para a mitigação através do armazenamento de carbono.

Algumas atividades humanas na zona costeira, como a agricultura, extração de areia e mineração podem favorecer a erosão costeira (ver Capítulos 4 e 6). A implementação desta medida implicaria a realização de zoneamento costeiro e produção de legislação específica, e sua largura deverá considerar o uso e ocupação do solo no presente em cada setor de costa. Um

fundo do governo para a desocupação/indenização dos proprietários das terras abrangidas pela faixa de proteção costeira seria necessário.

Plantação/reforço da vegetação costeira: como visto nos capítulos anteriores, a zona costeira da Guiné-Bissau apresenta um extenso ecossistema de mangal e outros tipos de vegetação costeira nativa adaptada à salinidade, que servem de proteção à erosão e inundação costeira. Além disso, o ecossistema de mangal serve como albergue para peixes e várias espécies animais que fazem da Guiné-Bissau um país rico em biodiversidade (Da Silva, 2012; República da Guiné-Bissau, 2018). No entanto, a vegetação costeira está sob pressão humana, sobretudo através da extração de lenha de florestas e mangais para a produção do carvão e para a fumagem de peixe, o que levou a uma redução significativa do ecossistema de mangal nas últimas décadas (Da Silva, 2012; República da Guiné-Bissau, 2018). Também é observável a sua destruição em certos locais pela erosão costeira, como na praia de Varela, por exemplo. Nos últimos anos, o IBAP e outras entidades realizaram algumas campanhas de plantação de mangal e outras espécies nativas da zona costeira (ver República da Guiné-Bissau, 2018; Roncerel, 2010). Sendo a implementação dessas medidas de grande importância e com custos relativamente baixos (e.g. UNESCO/COI, 2012), mais esforços são necessários na mobilização das comunidades para participarem nas campanhas.

A melhoria da capacidade institucional, a investigação científica e formação, a melhoria da educação, capacitação, informação e sensibilização e envolvimento das populações locais serão indispensáveis para a concretização de todas as medidas acima referidas. Contudo, ainda representam grandes desafios para a Guiné-Bissau, sobretudo por falta de instituições especializadas na investigação sobre alterações climáticas, falta de recursos financeiros e a baixa taxa de alfabetização no país. O IBAP tem desenvolvido algumas atividades na zona costeira, como conservação de mangal, no âmbito da gestão de áreas protegidas que estão maioritariamente localizadas nesta zona, assim como alguns projetos e ONGs (República da Guiné-Bissau, 2018). Essas atividades necessitam ser reforçadas e desenvolvidas de forma contínua para garantir melhor informação sobre o tema e promover maior envolvimento do público. Destaca-se aqui a necessidade da educação para as alterações climáticas ser integrada no currículo escolar, porque apresenta vantagens imediatas e de média a longo prazos na disseminação de conhecimento, impulsionando ações de mitigação e adaptação (Fandé, 2019). Não obstante alguns esforços feitos pelo governo, ONGs e outras entidades, os desafios da adaptação são enormes e estão muito aquém de se realizar. Os apoios que chegam às populações locais afetadas são muito limitados e estas populações mostram-se pouco confiantes no Governo ou atores que os poderiam ajudar a solucionar os problemas relativos à erosão e

inundação costeira que enfrentam (ver Capítulo 6). Como visto no Capítulo 6, não há uma forte coordenação entre os atores intervenientes na adaptação, o que dificulta este processo. Nota-se também que a pobreza, instabilidade política e fragilidades das instituições, são alguns dos grandes desafios que o país enfrenta para combater às alterações climáticas e ENM (República da Guiné-Bissau, 2006; e Capítulo 6). Isso tem vários reflexos, como falta de estudos de riscos para embasar a adaptação, falta de recursos para o financiamento público dos projetos de adaptação, entre outros, que levam o país a ter uma baixa capacidade de adaptação (República da Guiné-Bissau, 2006, 2018). Verifica-se assim que a adaptação às alterações climáticas está condicionada por vários fatores sociais e económicos.

Portanto, um aspeto importante para a Guiné-Bissau impulsionar a adaptação às alterações climáticas numa perspetiva de sustentabilidade é promovê-la duma forma integrada e simultânea com todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (adiante designada Agenda 2030) das Nações Unidas. A Agenda 2030 fixou em 2015 um total de 17 ODS (Figura 8.1) que definem prioridades e aspirações de desenvolvimento sustentável (considerando dimensões social, económica e ambiental) a nível global até 2030, encorajando ações que promovam a redução da pobreza sobretudo nos países em desenvolvimento. A necessidade da integração da adaptação às alterações climáticas com diversos ODS está patente na meta 2 do objetivo 13 (Ação climática) da Agenda 2030: “Integrar medidas relacionadas com alterações climáticas nas políticas, estratégias e planeamentos nacionais”(United Nations, 2015, p. 23). Neste sentido, Nilsson e Visbeck (2016) enfatizam que os 17 ODS da Agenda 2030 dependem uns dos outros, apresentando sobreposições e interações que não devem ser ignoradas na formulação de políticas. Por exemplo, a redução da pobreza (objetivo 1) poderia contribuir para reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação das comunidades a riscos de impactos de elevação nível do mar (Objetivo 13); melhoria de acesso e qualidade de educação (objetivo 4) contribuiria para a redução da pobreza (Objetivo 1), gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais e reduzir para metade o desperdício de alimentos (Objetivo 12), aumento da consciencialização e a capacidade humana e institucional sobre medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas (Objetivo 13); combater as alterações climáticas e seus impactos (objetivo 13) pode promover a proteção e restauração dos ecossistemas terrestres (Objetivo 15), uso sustentável dos recursos marinhos (Objetivo 14), garantir disponibilidade de água potável (Objetivo 6), reduzir a pobreza (objetivo 1).



Figura 8.1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, apresentadas de forma resumida (Fonte: UNRIC, 2019)

Um relatório que avaliou em 2019 a progressão de 52 países africanos para alcançar os ODS mostrou uma grande disparidade em termos do progresso dos 17 ODS na Guiné-Bissau (Figura 8.2) (SDGCA e SDSN, 2019). Já no ranking geral do progresso dos ODS nos 52 países, a Guiné-Bissau figurou na posição 45 (SDGCA e SDSN, 2019), o que reforça a necessidade do país promover maior integração dos diversos ODS para ter um progresso global com vista a alcançar o desenvolvimento sustentável no período fixado na Agenda 2030. Ressalta-se que este relatório usou apenas quatro indicadores no objetivo 13 (Ação climática) e que estes estão principalmente relacionados a ações de mitigação.

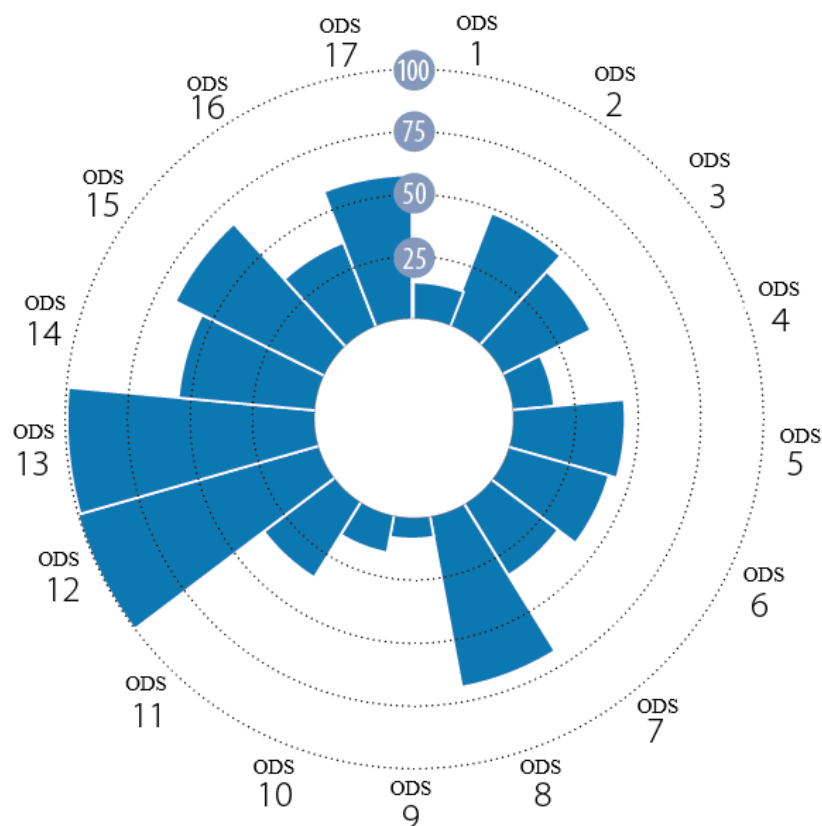


Figura 8.2 - Comparação do progresso dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável na Guiné-Bissau (Fonte: adaptado de SDGCA e SDSN, 2019)

A adaptação na Guiné-Bissau é altamente dependente do apoio internacional, tanto financeiro como técnico. Um exemplo dessa dependência é a elaboração do PANA e das comunicações nacionais sobre alterações climáticas que foram realizadas com o apoio técnico de consultores externos e financeiro internacional (PNUD/FGA). No entanto, a implementação de muitos projetos identificados no âmbito da PANA ainda está longe de ser concretizada por falta de fundos. Vários outros projetos desenvolvidos na zona costeira e/ou relacionadas às alterações climáticas por entidades públicas (e.g. IBAP, GPC) e ONGs são geralmente financiados por entidades parceiras, como Comissão Europeia, IUCN, Fundação MAVA, Banco Mundial) (ver Republica da Guiné-Bissau, 2019; República da Guiné-Bissau, 2018), ou no âmbito de convenções internacionais como CDB, CNUCD, CQNUAC.

A Guiné-Bissau, além de fazer parte do grupo dos PEID, faz também parte do grupo dos Países Menos Desenvolvidos (PMD), que são reconhecidos como os países mais pobres do mundo, com baixo PIB *per capita* e níveis muito baixos de desenvolvimento social e tecnológico (Huq *et al.*, 2004). A CQNUAC, o Acordo de Paris e em outros instrumentos internacionais reconhecem os PEID e os PMD como países em desenvolvimento mais vulneráveis e com baixa

capacidade de adaptação às alterações climáticas. Devido à grande vulnerabilidade, os PEID e PMD são privilegiados em termos de cooperação e apoio para o fortalecimento da resiliência e adaptação, inclusive para o desenvolvimento de planos de adaptação para as zonas costeiras. O Artigo 11, nº 1 Acordo de Paris deixa claro que o fortalecimento da capacidade dos PEID e PMD passa pela adoção de medidas eficazes, assim como facilitar o desenvolvimento, a disseminação e aplicação de tecnologias, o acesso ao financiamento climático, aspetos pertinentes da educação, treinamento e conscientização pública e a comunicação de informações de maneira transparente, tempestiva e precisa (United Nations, 2015). Isso visa essencialmente o alcance de um crescimento social e económico sustentável e erradicação da pobreza nesses países, o que se enquadra no conceito do desenvolvimento sustentável.

Nas últimas décadas, no quadro da CQNUAC e de convenções/acordos subsequentes, foram criadas várias iniciativas internacionais de financiamento climático, para apoiar o desenvolvimento de capacidades nacionais e um melhor processo de adaptação, através de financiamento de projetos e programas concretos de diversos setores nos países em desenvolvimento vulneráveis às alterações climáticas, com atenção especial para os PEID e PMD. Pode-se mencionar, por exemplo, o FGA, criado em 1992; o Fundo para os Países Menos Desenvolvidos (FPMD), em 2001; o Fundo de Adaptação (FA), em 2001; Fundo Especial para as Alterações Climáticas (FEAC) em 2001; o Fundo Verde para o Clima (FVC), em 2010.

Cientes dos desafios que enfrentam, os PEID criaram a Aliança dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (APEID) para ajudar os países membros a reunir os seus recursos e ampliar sua voz coletiva nas conversações sobre as alterações climáticas, construindo um discurso diplomático comum nas negociações e compromissos globais. Isso é frequentemente feito em parceria com organizações como o PNUD e a Comissão Europeia, para reforçar a sua capacidade de influenciar efetivamente as negociações climáticas, algumas das mais complexas e difíceis (APEID, 2019). Os focos principais dos APEID têm sido as alterações climáticas, desenvolvimento sustentável e conservação do oceano (APEID, 2019). Estudo de Robinson e Dorman (2017) sobre financiamento climático dos PEID mostrou que a quantidade de financiamento que se pode esperar não depende só do fato de ser um PEID, mas também é determinada por população, renda per capita, qualidade e vulnerabilidade da governança, entre outros fatores.

Como os PMD estão maioritariamente situados na África (e.g. Huq *et al.*, 2004), além de apoio internacional, esforços têm sido feitos também a nível continental/regional, através de diversas organizações, no sentido de desenvolver medidas adaptativas para abordar os riscos das alterações climáticas no continente africano. A “Agenda 2063: A África Que Queremos”, da

União Africana, contempla nas suas aspirações, objetivos e prioridades as questões das alterações climáticas (CUA, 2013). A Nova Parceria para o Desenvolvimento de África (NPDA) criou em 2014 o Fundo para as Alterações Climáticas (FAC) que visa fortalecer a resiliência dos países africanos às alterações climáticas, desenvolvendo capacidade nacional, sub-regional e continental, através de assistência técnica e financeira aos Estados Membros da UA, e às organizações económicas regionais. O fundo também apoia projetos de desenvolvimento de conhecimento e capacidade para melhor planeamento, coordenação e implementação de atividades das alterações climáticas incluindo o desenvolvimento e apoio à implementação dos PNAs (NPDA, 2019). Também em 2014 o Banco Africano de Desenvolvimento (BAD) criou o Fundo Africano para as Alterações Climáticas (FAAC), para apoiar os países africanos a fortalecer suas capacidades de acesso aos fundos internacionais para o clima e desenvolver projetos inovadores de adaptação climática em pequena escala (BAD, 2019). Na África Ocidental, organizações como Comunidade Económica dos Estados da África Ocidental (CEDEAO), União Económica e Monetária da África Ocidental (UEMOA) e Comité Permanente Inter-Estados de Luta contra a Seca no Sahel (CILSS) têm desenvolvidos diversas atividades para ajudar aos países membros a lidar com os riscos das alterações climáticas, como a Guiné-Bissau (e.g. República da Guiné-Bissau, 2018). O Banco de Desenvolvimento da África Ocidental (BOAD) criou fundos internos de financiamento das alterações climáticas para os Estados Membros e promove também ações de mobilização de fundos externos para a área climática (BOAD, 2019).

No âmbito da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), organização intercontinental da qual Guiné-Bissau faz parte, alguns esforços de cooperação no combate às alterações climáticas foram desenvolvidos nas últimas décadas. Por exemplo, através da Declaração de Lisboa de 1997, foi instituída a Conferência interministerial sobre ambiente da CPLP como fórum de consulta, permuta de informações e experiência, cooperação no domínio do desenvolvimento sustentável entre Estados Membros e de concertação de políticas e esforços nos diversos foros internacionais. Várias conferências têm sido realizadas na sequência incluindo alterações climáticas como tema. Em 2012 foi criado Centro Internacional de Investigação Climática e Aplicações para a CPLP e África (CIICLAA), tendo como principal objetivo “fomentar a investigação aplicada nas áreas das Geociências Ambientais nos países da CPLP e de África, em particular as relacionadas às alterações climáticas e medidas de mitigação/adaptação em diversos setores (CIICLAA, 2019). Existem outras iniciativas como Rede Lusófona de Educação Ambiental (REDELUSA), com 14 anos de existência, e que tem

promovido diversos congressos, nos países da CPLP, incluindo temáticas da educação ambiental (REDELUSA, 2019).

Os privilégios acima referidos não tiraram, contudo, a Guiné-Bissau, da situação de país com baixa capacidade de adaptação, porque o conhecimento e os fundos e outros benefícios recebidos são insuficientes para fazer face à demanda (e.g. República da Guiné-Bissau, 2018). Isso vai ao encontro do estudo realizado por Robinson e Dornan (2017) que indicou que o financiamento internacional de adaptação nos PEID, apesar de ter sido relativamente alto em relação a outros países em desenvolvimento, é insuficiente. Outro estudo mostra que a demanda futura de fundo de adaptação é imprevisível e provavelmente será afetada pelo limite de valor atualmente imposto em propostas nacionais dos países, o que limitaria o acesso direto de países e projetos de adaptação (Grimm, Weischer e Eckstein, 2018). Por exemplo, estima-se que em 2030 os recursos financeiros que seriam necessários para a adaptação adequada dos países em desenvolvimento deverá ser entre 6 e 13 vezes maior que o financiamento atual (Grimm, Weischer e Eckstein, 2018). Isso significa que recursos adicionais têm de ser mobilizados para suportar o processo de adaptação nesses países.

Estudo de Brown e colegas (2011) indicou que a Guiné-Bissau será um dos cinco países africanos que terá custos mais elevados de adaptação à ENM até 2100. Pode-se com isso esperar que adaptação continuará a ser um grande desafio para o país nas próximas décadas. Portanto, além de envidar esforços para a captação de fundos no âmbito de PEID e PMS, entre outros, o governo da Guiné-Bissau deve considerar a possibilidade e urgência de intensificar o desenvolvimento de esforços internos conducentes ao fortalecimento das instituições públicas que atuam em domínios das alterações climáticas e no aumento do financiamento interno de adaptação, através dum fundo nacional contemplado inscrito no Orçamento Geral do Estado. A criação duma Direção Geral sobre as alterações climáticas na Secretaria de Estado do Ambiente e Biodiversidade poderia contribuir para a maior atenção e impulsionar os processos de avaliação de riscos e adaptação às alterações climáticas.

A sustentabilidade da adaptação futura às alterações climáticas, como a riscos de erosão e inundação costeira, dependerá também, entre outros aspetos, de maior empenho do governo para garantir um envolvimento mais efetivo de *stakeholders* e aumentar a confiança com as comunidades locais afetadas, e sobretudo dar maior atenção e envolver as camadas mais vulneráveis, como populações rurais, mulheres e crianças. A experiência de muitos *stakeholders* locais na adaptação aos efeitos negativos das alterações climáticas e ENM pode ser aproveitada para promover a adaptação sustentável, porque como notaram Spence e colegas

(2011), e Boamah e colegas (2015), a experiência passada influencia as pessoas a adotarem estratégias e comportamento sustentáveis.

8.5 Limitações e investigações futuras

Há um consenso científico de que o nível médio global do mar está a elevar-se, o que torna necessário investigar os riscos resultantes e estratégias de adaptação de comunidades costeiras. Este estudo concentrou-se no estudo de risco e adaptação à erosão e inundação costeira em cenários de ENM em três áreas costeiras da Guiné-Bissau, usando uma combinação de vários métodos. Os métodos usados podem ser reaplicados em outras áreas costeiras do país ou na costa da África Ocidental, em grande parte com ambientes similares. Será também importante investigar outros riscos climáticos e de ENM que as comunidades enfrentam, como salinização de aquíferos e inundação pluvial, para perceber a sua interação com os riscos abordados neste estudo e como essa interação afetaria as comunidades costeiras. Concretamente, como a cunha salina poderia afetar a zona costeira se ocorrer a coincidência de precipitação intensa com marés de águas vivas; e como a água para o consumo humano (principalmente aquíferos costeiros) é e será afetada pela à ENM.

A avaliação da evolução da linha de costa realizada foi quantificada apenas para o passado, mas a estimativa da evolução futura também é importante para o planeamento do uso do solo a longo prazo (Titus, 1985), uma vez que poderá ser diferente na taxa e localização da do passado. Portanto, futuras investigações devem considerar esses aspetos, estimando a evolução para diferentes datas, de curto a longo prazo. Há necessidade de estudar também a hidrodinâmica/clima de agitação marítima da região para compreender melhor o processo da erosão costeira. Para a cartografia de inundação, identificação de medidas e a priorização de caminhos de adaptação nas três áreas de estudo, este estudo baseou-se em cenários de ENM e dados uniformes de sobrelevação meteorológica e maré astronómica para diferentes datas do presente século. Em geral, esses elementos envolvem incertezas decorrentes das projeções das alterações climáticas (Heberger *et al.*, 2009). É importante que futuras investigações analisem como esses elementos serão afetados em termos de intensidade e frequência pelas futuras alterações climáticas e ENM. Ainda, na cartografia de risco de inundação não foram consideradas possíveis alterações geomorfológicas resultantes da normal adaptação a uma elevação do NMM não instantânea, ou decorrentes da atividade humana e crescimento populacional. Como enfatizam Cooper e colegas (2008) e Marcy e colegas (2011), as alterações geomorfológicas, a interação entre a ENM e outros processos costeiros e respostas humanas

serão vitais no controlo da extensão da inundação costeira e determinarão a futura posição da linha de costa.

Quando se projetou este estudo, não se incluiu na construção dos caminhos de adaptação as opções transversais, que incluem medidas como a investigação científica e educação/sensibilização para as alterações climáticas. Mas depois ficou evidente que ela era necessária, uma vez que sua compreensão e aplicação condicionará a prática das opções técnicas. Num estudo realizado por Preston e colegas (2013) com *stakeholders* locais na costa da Austrália, estas opções tiveram maior preferência do que as opções técnicas. Mas, como as preferências de *stakeholders* podem variar no espaço e tempo, investigações futuras devem incluí-las, explorando o seu papel e desempenho com a futura ENM e compará-las entre si e com as medidas técnicas (e.g. alimentação artificial de praia e paredão).

Em áreas rurais, como Suzana por exemplo, futuras investigações devem concentrar-se nos riscos de impactos e na adaptação às alterações climáticas e ENM na agricultura (principalmente em comunidades dependentes da cultura de arroz em áreas inundáveis), principal meio de subsistência nessas áreas e que é muito sensível às alterações climáticas. Será importante quantificar as áreas terras agrícolas em risco de inundação ou erosão, e o que sua perda representaria em termos de produção do arroz e para a subsistência das comunidades locais e para o país. Isso poderá contribuir para aumentar a resiliência e capacidade de adaptação das comunidades locais. Em Bissau, área costeira urbana com maior concentração de pessoas e infraestruturas no país, será necessário produzir cartografia pormenorizada das zonas com maior risco de inundação, com vista a melhorar o planeamento do uso e ocupação do solo, evitando danos futuros.

Assim, devem ser desenvolvidos estudos no sentido de estimar danos económicos e custos de adaptação aos riscos dos impactos da ENM, particularmente sobre habitações e infraestrutura, agricultura e outros setores económicos, como o turismo, por exemplo. Isso pode encorajar autoridades e *stakeholders* locais a desenvolverem esforços de adaptação.

Estudos sobre impactos para os setores sociais mais vulneráveis (e.g. mulheres, idosos e crianças) também são necessários, para compreender melhor como cada grupo será afetado e quais as melhores medidas a tomar.

Capítulo 9

9 Síntese das conclusões

A erosão e inundação costeira já afetam as comunidades costeiras da Guiné-Bissau, atingindo particularmente habitações, infraestruturas e terras agrícolas. Esses efeitos tenderão a agravar-se nas próximas décadas, principalmente se se verificarem os cenários de ENM esperados para a região. As principais medidas de adaptação adequadas a estes riscos incluem a construção/melhoramento de diques *anti-sal* em bolanhas, realocar a população e atividades/infraestruturas em áreas de risco, plantação/reforço da vegetação costeira, faixa de proteção costeira, melhorar educação, capacitação, informação e sensibilização e envolvimento das populações locais, investigação científica e formação.

Em Suzana, observa-se que a evolução da linha de costa em diferentes períodos entre 1976 e 2017 ocorre, em diferentes setores de costa, em três sentidos: erosão, acreção e estabilidade. No período total de 41 anos, a taxa média da evolução foi de $-0,40 \pm 0,5$ m/ano (estabilidade). A taxa máxima de erosão foi de $-18,23 \pm 0,5$ m/ano (a sul da aldeia de Varela) e taxa máxima de acreção foi de $14,68 \pm 0,5$ m/ano (entre as aldeias de Edjim e Djifunco). Os principais efeitos da erosão são: destruição do complexo hoteleiro de Varela, de ecossistemas costeiros e de terras agrícolas (sobretudo a sul de Varela). Considerando que existem atualmente aldeias muito próximas da linha de costa, se a erosão continuar no ritmo e localização atual ou se acelerar, os efeitos negativos podem aumentar nos próximos anos, destruindo algumas aldeias, sobretudo se não forem tomadas medidas de adaptação necessárias.

A quantificação e cartografia da inundação foi realizada para o presente e cenários futuros de ENM de 0,34m para 2041 e 1,22 m para 2083 e 1,95 m para 2100 mostrando que nas três áreas de estudo a área terrestre e número de pessoas em área de risco de inundação irão aumentar, de forma desigual entre as áreas, à medida que o nível do mar se eleva. Os bens em risco são principalmente terras agrícolas, habitações e estradas e outras infraestruturas, também afetadas de forma desigual nas três áreas de estudo. Condições biofísicas e socioeconómicas são os fatores determinantes dessas diferenças. Presentemente, Bissau e Suzana enfrentam sérios riscos de inundação por causa de construções e campos de cultivo de arroz localizadas em terras de cotas baixas inundáveis. Esses problemas não são observados em Bubaque, que apesar de ser uma ilha, apresenta cotas relativamente altas nas áreas habitadas. Se esses cenários ocorrerem, colocarão grandes desafios a essas comunidades e consequentemente ao país.

A análise da percepção de *stakeholders* locais das áreas de estudo mostrou que estão cientes das alterações climáticas e ENM, e atribuem-nas principalmente a causas antrópicas e naturais. Foi

reconhecido que o uso e ocupação do solo costeiro contribuem para o agravamento dos riscos de impactos da ENM. Os efeitos adversos foram percebidos principalmente na agricultura, recursos hídricos, habitações e infraestruturas, além de outros setores, mas essa percepção sobre diferentes setores varia de acordo com a área de estudo.

Os *stakeholders* foram capazes de identificar várias opções de adaptação aos efeitos adversos da ENM (e. g. construção de diques anti-sal; plantação de mangal), como também barreiras à adaptação (e.g. pobreza). As medidas variam com área de estudo e setor específico de costa. As barreiras mencionadas apresentam também variações de local para local.

A seleção e priorização das medidas de adaptação realizadas, considerando três horizontes temporais (presente-2041, 2041-2083, 2083-2100), com três cenários de ENM, respetivamente, 0,34 m, 1, 22 m e 1,95 m, revelaram que as medidas variam com a área de estudo e setor de costa, e as prioridades das medidas, em termos desempenho e implementação, geralmente aumentam com a ENM, refletindo assim as condições locais e a preocupação com um possível aumento de riscos de erosão e inundação costeira. Existem barreiras e algumas oportunidades de adaptação.

Apesar das comunidades costeiras das áreas de estudo já terem alguma experiência de lidar com a erosão e inundação costeira, enfrentam vários desafios, incluindo a pobreza e falta de meios, fragilidade das instituições e outros. Ficou evidente que estas comunidades irão enfrentar desafios cada vez maiores com a ENM esperada neste século, se as medidas necessárias não forem tomadas a tempo. Os efeitos poderão criar problemas sociais para além das áreas de estudo, como a deslocação de pessoas para outras zonas, o que poderá criar vários problemas sociais e culturais.

A combinação de vários métodos locais permitiu avaliar melhor os riscos e explorar melhor uma diversidade de possíveis medidas de adaptação em cenários de ENM. As informações deste estudo podem servir para apoiar as comunidades, autoridades, cientistas e outros interessados sobre a gestão e sustentabilidade de zonas costeiras.

Referências bibliográficas

- ACCC - **Resposta às mudanças climáticas e às suas implicações humanas na África Ocidental, através da gestão integrada da área costeira** [Em linha], atual. 2012. [Consult. 10 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.accc-africa.org/sites/default/files/documents/2012/09/14/accc-brochure-pt.pdf>>.
- ACCC - **Estudo da Erosão Costeira da Praia de Varela na Guiné-Bissau**. [S.l.] : Projecto ACCC, 2012
- ACIOLY JR, Claudio C. - **Planejamento urbano, habitação e autoconstrução: experiências com urbanização de bairros na Guiné-Bissau**. Delft : Publikatieburo Faculteit Bouwkunde, 1993. ISBN 978-90-5269-129-9.
- AD - **Relatório de Actividades da AD: Anos de 2010 a 2012** [Em linha]. Bissau : Acção para o Desenvolvimento, 2013 Disponível em WWW:<URL: <http://www.adbissau.org/institucional/relatorios-de-actividades>>.
- ADGER, Neil W.; ARNELL, Nigel W.; TOMPKINS, Emma L. - Successful adaptation to climate change across scales. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 15:2 (2005) 77–86. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005.
- ADGER, W. Neil *et al.* - Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 93:3–4 (2009) 335–354. doi: 10.1007/s10584-008-9520-z.
- AGARD, John; SCHIPPER, E. Lisa F. (EDS.) - Annex II - Glossary. Em **AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Em linha] Disponível em WWW:<URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf>. p. 20.
- AGRAWAL, Arun; PERRIN, Nicolas - **Climate adaptation, local institutions and rural livelihoods** [Em linha]. Cambridge : International Forestry Resources and Institutions Program, University of Michigan, 2009 (Relatório n.º IFRI Working Paper W08I-6). [Consult. 26 nov. 2016]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.umich.edu/~ifri/Publications/W08I6%20Arun%20Agrawal%20and%20Nicolas%20Perrin.pdf>>.
- ALBERT, Christian *et al.* - Social learning can benefit decision-making in landscape planning: Gartow case study on climate change adaptation, Elbe valley biosphere reserve. **Landscape and Urban Planning**. . ISSN 01692046. 105:4 (2012) 347–360. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.12.024.
- ALESSA, Lilian (Na'ia) *et al.* - Perception of change in freshwater in remote resource-dependent Arctic communities. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 18:1 (2008) 153–164. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2007.05.007.
- ALVES, Paulo Hagendorn - Geologia da Guiné-Bissau. Em **X Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa e XVI Semana de Geoquímica, 28 de Março a 1 de Abril de 2010** [Em linha] [Consult. 16 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <http://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/1227>>.
- AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia - A arte de fazer questionários. **Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**. 2005).
- ANCORIM - Overview of soft coastal protection solutions. 2012).
- ANTHOFF, David *et al.* - Global and regional exposure to large rises in sea-level: a sensitivity analysis. 2006).
- ANTHONY, Edward J. *et al.* - Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities. **Scientific Reports**. . ISSN 2045-2322. 5:2015) 14745. doi: 10.1038/srep14745.
- APATA, Temidayo Gabriel; SAMUEL, K. D.; ADEOLA, A. O. - Analysis of Climate Change Perception and Adaptation among Arable Food Crop Farmers in South Western Nigeria. 2009).
- APEID - **About Us – AOSIS (Alliance of Small Island States)** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 14 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.aosis.org/about/>>.
- APPEANING ADDO, K.; JAYSON-QUASHIGAH, P. N.; KUFOGBE, K. S. - Quantitative Analysis of Shoreline Change Using Medium Resolution Satellite Imagery in Keta, Ghana. **Marine Science**. . ISSN 2163-2421. 1:1 (2012) 1–9. doi: 10.5923/j.ms.20110101.01.
- APPEANING ADDO, Kwasi - Assessment of the Volta Delta Shoreline Change. **Journal of Coastal Zone Management**. . ISSN 24733350. 18:03 (2015). doi: 10.4172/2473-3350.1000408.
- ARKEMA, Katie K. *et al.* - Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 3:10 (2013) 913–918. doi: 10.1038/nclimate1944.
- ASSUNÇÃO, Márcia Gomes - Representação política das mulheres na Guiné-Bissau. 2018).
- BAD - **Africa Climate Change Fund** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 8 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.afdb.org/en/topics-and-sectors/initiatives-partnerships/africa-climate-change-fund>>.

- BAILY, Brian; NOWELL, David - Techniques for monitoring coastal change: a review and case study. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 0964-5691. 32:2 (1996) 85–95. doi: 10.1016/S0964-5691(96)00058-0.
- BAIRD, Colin; CANN, Michael - **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre : Bookman, 2011. ISBN 978-85-7780-848-9.
- BAKHOU, Papa Waly - A peninsula in coastal erosion ? Dakar, the Senegalese capital city facing the sea level rise in the context of climate change. **Environmental and Water Sciences, public Health and Territorial Intelligence Journal**. . ISSN 2509 - 1069. 2:1 (2018) 91–108.
- BARBIER, Edward B. - Climate change impacts on rural poverty in low-elevation coastal zones. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. . ISSN 0272-7714. 165:2015) A1–A13. doi: 10.1016/j.ecss.2015.05.035.
- BARNETT, J. *et al.* - A local coastal adaptation pathway. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 4:12 (2014) 1103–1108. doi: 10.1038/nclimate2383.
- BARNETT, Jon *et al.* - **Barriers to adaptation to sea-level rise: The legal, institutional and cultural barriers to adaptation to sea-level rise in Australia** [Em linha]. Gold Coast : National Climate Change Adaptation Research Facility, 2013 [Consult. 23 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/10462/pdf/3154>.
- BARRETTE, Jeffrey - Accuracy Assessment of Wetland Boundary Delineation Using Aerial Photography and Digital Orthophotography. 2000) 8.
- BATES, Paul D. *et al.* - Simplified two-dimensional numerical modelling of coastal flooding and example applications. **Coastal Engineering**. . ISSN 0378-3839. 52:9 (2005) 793–810. doi: 10.1016/j.coastaleng.2005.06.001.
- BECKER, Mélanie; KARPYTCHEV, Mikhail; PAPA, Fabrice - Hotspots of Relative Sea Level Rise in the Tropics. Em **Tropical Extremes** [Em linha]. [S.l.] : Elsevier, 2019 [Consult. 16 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128092484000078>. ISBN 978-0-12-809248-4. p. 203–262.
- BELL, R. G.; HUME, T. M.; HICKS, D. M. - **Planning for climate change effects on coastal margins: a report prepared for the Ministry for the Environment as part of the New Zealand Climate Change Programme**. Wellington, N.Z. : Ministry for the Environment, 2001. ISBN 978-0-478-24040-5.
- BELLO, Ridwan - Sea Level Rise: Evaluating adaptation strategies and options. Em . Vienna, Austria : [s.n.]
- BERRIT, Georges Roger; REBERT, Jean-Paul - Océanographie physique et production primaire. Em **Le milieu marin de la Guinée Bissau et ses ressources vivantes : le point des connaissances**
- BIAI, Justino - Etnologia e relação população e meio natural. Em **Guiné-Bissau. A Reserva de Biosfera do Arquipélago Bolama-Bijagós: um património a preservar** [Em linha]. [S.l.] : Organismo Autónomo Parques Nacionais / Organismo Autónomo Parques Nacionales, 2012 Disponível em WWW:<URL:https://ibapgbissau.org/Documentos/PublicacaoIBAP/Livro%20-%20Guinea%20Bissau%20RBBB.pdf>.
- BIJLSMA, Luitzen *et al.* - Coastal Zones and Small Islands. Em **Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [S.l.] : Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1995
- BIRD, Eric C. F. - World-wide trends in sandy shoreline changes during the past century. **Géographie physique et Quaternaire**. . ISSN 0705-7199, 1492-143X. 35:2 (1981) 241. doi: 10.7202/1000440ar.
- BIRIBO, Naomi; WOODROFFE, Colin D. - Historical area and shoreline change of reef islands around Tarawa Atoll, Kiribati. **Sustainability Science**. . ISSN 1862-4065, 1862-4057. 8:3 (2013) 345–362. doi: 10.1007/s11625-013-0210-z.
- BLOEMEN, Pieter *et al.* - Lessons learned from applying adaptation pathways in flood risk management and challenges for the further development of this approach. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**. . ISSN 1573-1596. 23:7 (2018) 1083–1108. doi: 10.1007/s11027-017-9773-9.
- BOAD - **BOAD – Climate finance** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 14 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.boad.org/en/climate/>.
- BOAK, Elizabeth H.; TURNER, Ian L. - Shoreline Definition and Detection: A Review. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208. 2005) 688–703. doi: 10.2112/03-0071.1.
- BOAMAH, Sheila *et al.* - Does Previous Experience of Floods Stimulate the Adoption of Coping Strategies? Evidence from Cross Sectional Surveys in Nigeria and Tanzania. **Environments**. . ISSN 2076-3298. 2:4 (2015) 565–585. doi: 10.3390/environments2040565.
- BOATENG, Isaac - Integrating Sea-Level Rise Adaptation into Planning Policies in the Coastal Zone. 2008) 22.

BOATENG, Isaac - Development of Integrated Shoreline Management Planning: A Case Study of Keta, Ghana. **Coastal Zone Management**. 2009) 19.

BOSKI, Tomasz - Erosion cycles and holocene sea level change on the coast of Guinea-Bissau (West Africa). **Geobound**. 2:1991) 87–94.

BOWERING, Ethan - Adapting to climate-induced sea level rise on the Gold Coast: lessons from the Netherlands. **Australian Planner**. . ISSN 0729-3682. 51:4 (2014) 340–348. doi: 10.1080/07293682.2014.897637.

BOWYER, P. *et al.* - Adapting to Climate Change: Methods and Tools for Climate Risk Management. **Climate Service Center, Germany**. 124:2014).

BP - BP Statistical Review of World Energy 2018. 2018).

BRAY, Malcolm; HOOKE, Janet; CARTER, David - Planning for Sea-Level Rise on the South Coast of England: Advising the Decision-Makers. **Transactions of the Institute of British Geographers**. 22:1 (1997) 13–30.

BRIGUGLIO, Lino - THE VULNERABILITY INDEX AND SMALL ISLAND DEVELOPING STATES A REVIEW OF CONCEPTUAL AND METHODOLOGICAL ISSUES by Lino Briguglio University of Malta. Em

BRODY, Samuel D. *et al.* - Examining the Relationship Between Physical Vulnerability and Public Perceptions of Global Climate Change in the United States. **Environment and Behavior**. . ISSN 0013-9165. 40:1 (2008) 72–95. doi: 10.1177/0013916506298800.

BROOKS, Mark *et al.* - **Prioritizing Climate Change Risks and Actions on Adaptation, A Review of Selected Institutions, Tools, and Approaches** [Em linha]. Ottawa, Canada : Government of Canada, 2009 [Consult. 17 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/policyresearch/PH4-49-2009E.pdf>.

BROOKS, Nick; HALL, Jim; NICHOLLS, Robert - **Sea-Level Rise: Coastal Impacts and Responses** [Em linha]. [S.l.] : WBGU, 2006 Disponível em WWW:<URL:https://pdfs.semanticscholar.org/https://pdfs.semanticscholar.org>.

BROWN, Sally; BARTON, Max E.; NICHOLLS, Robert J. - The influence of groin fields and other hard defenses on the shoreline configuration of soft cliff coastlines. 84:2 (2016) 12.

BROWN, Sally; KEBEDE, Abiy S.; NICHOLLS, Robert J. - Sea-level rise and impacts in Africa, 2000 to 2100. 2011).

BRUIN, K. DE *et al.* - Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 95:1–2 (2009) 23–45. doi: 10.1007/s10584-009-9576-4.

BURGER, Joanna *et al.* - Perceptions of Climate Change, Sea Level Rise, and Possible Consequences Relate Mainly to Self-Valuation of Science Knowledge. **Energy and Power Engineering**. . ISSN 1949-243X, 1947-3818. 08:05 (2016) 250–262. doi: 10.4236/epe.2016.85024.

BURTON, Ian; DIRINGER, Elliot; SMITH, Joel - **Adaptation to climate change: international policy options** [Em linha]. [S.l.] : CiteSeer, 2006 [Consult. 31 mai. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.578.7463&rep=rep1&type=pdf>.

BUTLER, J. R. A. *et al.* - Integrating Top-Down and Bottom-Up Adaptation Planning to Build Adaptive Capacity: A Structured Learning Approach. **Coastal Management**. . ISSN 0892-0753, 1521-0421. 43:4 (2015) 346–364. doi: 10.1080/08920753.2015.1046802.

BUTLER, J. R. A. *et al.* - Priming adaptation pathways through adaptive co-management: Design and evaluation for developing countries. **Climate Risk Management**. . ISSN 22120963. 12:2016) 1–16. doi: 10.1016/j.crm.2016.01.001.

BUURMAN, Joost; BABOVIC, Vladan - Adaptation Pathways and Real Options Analysis: An approach to deep uncertainty in climate change adaptation policies. **Policy and Society**. . ISSN 1449-4035, 1839-3373. 35:2 (2016) 137–150. doi: 10.1016/j.polsoc.2016.05.002.

BUURMAN, Joost; BABOVIC, Vladan - Adaptation Pathways and Real Options Analysis: An approach to deep uncertainty in climate change adaptation policies. **Policy and Society**. . ISSN 1449-4035, 1839-3373. 35:2 (2016) 137–150. doi: 10.1016/j.polsoc.2016.05.002.

CAPELA LOURENÇO, Tiago *et al.* (EDS.) - **ClimAdaPT.Local – Guia de Apoio à Decisão em Adaptação Municipal**. Lisboa : Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2017. ISBN 978-989-99697-8-0.

CARTWRIGHT, Anton *et al.* - Economia da adaptação às mudanças climáticas em escala local sob condições de incerteza e restrições de recursos: o caso de Durban, África do Sul. **Environment and Urbanization**. . ISSN 0956-2478. 25:1 (2013) 139–156. doi: 10.1177/0956247813477814.

CARVALHO, Celisa Dos Santos Pires De - Guiné-Bissau: a instabilidade como regra. 2014).

CAZENAVE, Anny; COZANNET, Gonéri Le - Sea level rise and its coastal impacts: CAZENAVE AND LE COZANNET. **Earth's Future**. . ISSN 23284277. 2:2 (2014) 15–34. doi: 10.1002/2013EF000188.

CCA - **Adaptation Pathways** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 9 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.swclimatechange.com.au/cb_pages/adaptation_pathways.php>.

CHAMPALLE, Clara; FORD, James D.; SHERMAN, Mya - Prioritizing Climate Change Adaptations in Canadian Arctic Communities. **Sustainability**. 7:7 (2015) 9268–9292. doi: 10.3390/su7079268.

CHOY, Darryl Low *et al.* - **Adaptation options for human settlements in South East Queensland**. [Em linha]. Brisbane : SEQ CARI, 2012 [Consult. 18 abr. 2017]. Disponível em WWW:<URL:https://pdfs.semanticscholar.org/af02/4fd7edcd4a461abedaa010fba378ca08eaa1.pdf>. ISBN 978-1-921760-82-2.

CHURCH, John A. *et al.* - Sea-Level Rise and Variability: Synthesis and Outlook for the Future. Em CHURCH, JOHN A. *et al.* (Eds.) - **Understanding Sea-Level Rise and Variability** [Em linha]. Oxford, UK : Wiley-Blackwell, 2010 [Consult. 6 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://doi.wiley.com/10.1002/9781444323276.ch13>. ISBN 978-1-4443-2327-6. p. 402–419.

CHURCH, John A.; WHITE, Neil J. - Sea-Level Rise from the Late 19th to the Early 21st Century. **Surveys in Geophysics**. . ISSN 0169-3298, 1573-0956. 32:4–5 (2011) 585–602. doi: 10.1007/s10712-011-9119-1.

CIAN, Fabio; BLASCO, José; CARRERA, Lorenzo - Sentinel-1 for Monitoring Land Subsidence of Coastal Cities in Africa Using PSInSAR: A Methodology Based on the Integration of SNAP and StaMPS. **Geosciences**. . ISSN 2076-3263. 9:3 (2019) 124. doi: 10.3390/geosciences9030124.

CIICLAA - **Centro Internacional de Investigação Climática e Aplicações para a CPLP e África - CIICLAA Informações Gerais** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 12 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://ppl.pt/system/files/informacoes_gerais_ciiclaa_rev.pdf>.

CILSS - Landscapes of West Africa – A Window on a Changing World. 2016) 236.

CLARK, Peter U. *et al.* - Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 6:4 (2016) 360–369. doi: 10.1038/nclimate2923.

CLOUTIER, Geneviève *et al.* - Planning adaptation based on local actors' knowledge and participation: a climate governance experiment. **Climate Policy**. . ISSN 1469-3062, 1752-7457. 15:4 (2015) 458–474. doi: 10.1080/14693062.2014.937388.

COLLINS, William *et al.* - A física por trás das mudanças climáticas. set. **Scientific American Brasil**. 6:64 (2007) 48–57.

CONDE, Cecilia *et al.* - Engaging stakeholders in the adaptation process. Em **Adaptation policy frameworks for climate change: developing strategies, policies and measures**. New York, NY : Cambridge University Press, Cambridge and New York, 2005. ISBN 0 521 61760 X

COOK, John *et al.* - Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 8:2 (2013) 024024. doi: 10.1088/1748-9326/8/2/024024.

COOK, John *et al.* - Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 11:4 (2016) 048002. doi: 10.1088/1748-9326/11/4/048002.

COOPER, J. A. G.; LEMCKERT, C. - Extreme sea-level rise and adaptation options for coastal resort cities: A qualitative assessment from the Gold Coast, Australia. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 64:2012) 1–14. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2012.04.001.

COOPER, Matthew J. P.; BEEVERS, Michael D.; OPPENHEIMER, Michael - The potential impacts of sea level rise on the coastal region of New Jersey, USA. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 90:4 (2008) 475–492. doi: 10.1007/s10584-008-9422-0.

COWART, Lisa; CORBETT, D. Reide; WALSH, J. P. - Shoreline Change along Sheltered Coastlines: Insights from the Neuse River Estuary, NC, USA. **Remote Sensing**. . ISSN 2072-4292. 3:7 (2011) 1516–1534. doi: 10.3390/rs3071516.

COX JR, Louis Anthony (Tony) - Confronting Deep Uncertainties in Risk Analysis. **Risk Analysis**. . ISSN 1539-6924. 32:10 (2012) 1607–1629. doi: 10.1111/j.1539-6924.2012.01792.x.

CRESPO, Manuel Pereira - **Trabalhos da Missão Geo-Hidrográfica da Guiné (1948-1955)**. Bissau : Centro de estudos da Guiné Portuguesa, 1955

CRESWELL, John W. - **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 3rd ed. Thousand Oaks, Calif : Sage Publications, 2009. ISBN 978-1-4129-6556-9.

CROWELL, Mark; LEATHERMAN, Stephen P.; BUCKLEY, Michael K. - Shoreline Change Rate Analysis: Long Term Versus Short Term Data. 1993) 9.

CUA - AGENDA 2063: A África Que Queremos. Quadro estratégico comum para o crescimento inclusivo e o desenvolvimento sustentável: Plano de Implementação para a Primeira Década - 2014-2023. 2013).

DA SILVA, Alfredo Simão - A biodiversidade na Guiné-Bissau. Em **Guiné-Bissau. A Reserva de Biosfera do Arquipélago Bolama-Bijagós: um património a preservar** [Em linha]. [S.l.] : Organismo Autónomo Parques Nacionais / Organismo Autónomo Parques Nacionales, 2012 [Consult. 18 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://ibapgbissau.org/Documentos/PublicacaoIBAP/Livro%20-%20Guinea%20Bissau%20RBBB.pdf>>.

DA SILVA, Aristides Ocante - Dimensão Ecológica e Sócio económica das Zonas Húmidas da Guiné Bissau. Nova Série. **Revista Soronda**. 3 (2002) 51–56.

DASGUPTA, Susmita *et al.* - **Sea-Level Rise And Storm Surges: A Comparative Analysis Of Impacts In Developing Countries** [Em linha] [Consult. 4 mar. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/1813-9450-4901>>.

DAWSON, R. J. *et al.* - Integrated analysis of risks of coastal flooding and cliff erosion under scenarios of long term change. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 95:1–2 (2009) 249–288. doi: 10.1007/s10584-008-9532-8.

DE ALMEIDA, Isabel Duarte; CRAVEIRO, João Lutas; VILAS-BOAS, João - Erosion Perceptions, Beliefs and the Sustainability of coastal areas: an individual or collective endeavour? 2016) 22.

DE BRUIN, K. *et al.* - Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 95:1–2 (2009) 23–45. doi: 10.1007/s10584-009-9576-4.

DE CARVALHO, G. Soares - Formações detriticas e morfologia do litoral setentrional da Província da Guiné. **Garcia de Orta**. 11:3 (1963) 501–521.

DE SHERBININ, Alex *et al.* - **Mapping the Exposure of Socioeconomic and Natural Systems of West Africa to Coastal Climate Stressors**. Burlington, Vermont : U.S. Agency for International Development (USAID)., 2014

DE SHERBININ, Alex; SCHILLER, Andrew; PULSIPHER, Alex - The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment and Urbanization**. . ISSN 0956-2478. 19:1 (2007) 39–64. doi: 10.1177/0956247807076725.

DEAN, Robert George; HOUSTON, James Robert - Determining shoreline response to sea level rise. **Coastal Engineering**. 114:2016) 1–8.

DEBELA, Nega *et al.* - Perception of climate change and its impact by smallholders in pastoral/agropastoral systems of Borana, South Ethiopia. **SpringerPlus**. . ISSN 2193-1801. 4:1 (2015) 236. doi: 10.1186/s40064-015-1012-9.

DECONTO, Robert M.; POLLARD, David - Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. **Nature**. . ISSN 0028-0836, 1476-4687. 531:7596 (2016) 591–597. doi: 10.1038/nature17145.

Cria o Parque Nacional dos Tarrafes do Rio de Cacheu. . 12 (00-12-04)

DEFRA - **Shoreline management plan guidance - Volume 2: Procedures** [Em linha]. London, UK : Department for Environment Food and Rural Affairs., 2006 [Consult. 18 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69207/pb11726v2-smpg-vol2-060523.pdf>.

DEL RÍO, Laura; GRACIA, F. Javier; BENAVENTE, Javier - Shoreline change patterns in sandy coasts. A case study in SW Spain. Geomorphology in Spain Special issue in honour of Prof. Mateo Gutiérrez. **Geomorphology**. . ISSN 0169-555X. 196:2013) 252–266. doi: 10.1016/j.geomorph.2012.07.027.

DELPHINE, Bama Nati Aïssata *et al.* - Anti-Salt Dam as a Means of Recovering Lowland Degraded by Sea Water: the Case of Lowland Ndour Ndour, Senegal. **American Journal of Environmental Protection**. . ISSN 2328-5680. 2:3 (2013) 79. doi: 10.11648/j.ajep.20130203.11.

DEMIRKESEN, Ali C.; EVRENDILEK, Fatih; BERBEROGLU, Suha - Quantifying coastal inundation vulnerability of Turkey to sea-level rise. **Environmental Monitoring and Assessment**. . ISSN 0167-6369, 1573-2959. 138:1–3 (2008) 101–106. doi: 10.1007/s10661-007-9746-7.

DENNIS, Karen Clemens; NIANG-DIOP, Isabelle; NICHOLLS, Robert James - Sea-Level Rise and Senegal: Potential Impacts and Consequences. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208. 1995) 243–261.

DERESSA, T. T.; HASSAN, R. M.; RINGLER, C. - Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. **The Journal of Agricultural Science**. . ISSN 0021-8596, 1469-5146. 149:01 (2011) 23–31. doi: 10.1017/S0021859610000687.

DGMN - **Estudo do Perfil Climatológico da Guiné-Bissau 1971-2000**. [S.l.] : Direcção Geral da Meteorologia Nacional, 2007

DIAKAKIS, Michalis; PRISKOS, Georgios; SKORDOULIS, Michalis - Public perception of flood risk in flash flood prone areas of Eastern Mediterranean: The case of Attica Region in Greece. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. . ISSN 22124209. 28:(2018) 404–413. doi: 10.1016/j.ijdr.2018.03.018.

DIEYE, Amadou M.; ROY, D. P. - A Study of Rural Senegalese Attitudes and Perceptions of Their Behavior to Changes in the Climate. **Environmental Management**. . ISSN 1432-1009. 50:5 (2012) 929–941. doi: 10.1007/s00267-012-9932-4.

DIOP, Salif - La côte ouest-africaine : du Saloum (Sénégal) à la Mellacorie (Rép. de Guinée). 1990).

DJATÁ, Rui Nené; MANÉ, Ansumane; INDI, Manuel - **Análise da Fileira do Arroz**. Bissau : Projecto de Reabilitação e Desenvolvimento do Sector Privado. Ministério da Economia e Finanças, 2003

DNREC - **Preparing for Tomorrow's High Tide: Sea Level Rise Vulnerability Assessment for the State of Delaware** [Em linha]. Dover, DE, U.S : Department of Natural Resources and Environmental Control, 2012 [Consult. 6 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.dnrec.delaware.gov/coastal/Documents/SeaLevelRise/AssesmentForWeb.pdf>.

DODGSON, John S. *et al.* - Multi-criteria analysis: a manual. 2009).

DOLAN, A. H.; WALKER, I. J. - Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks. **Journal of Coastal Research**. 39 (2004) 9.

DOS SANTOS, Abel Júlio - Situação de pesca de algumas espécies pelágicas na República da Guiné-Bissau. Em **Groupe de Travail Ad Hoc sur les Sardinelles et Autres Espèces de Petits Pelagiques Cotiers de la Zone Nord du COPACE**. Rome, Italy : ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, 1994. p. 295.

DUDA, Mark Damian *et al.* - **Delaware residents' opinions on climate change and sea level rise** [Em linha]. Harrisonburg, VA , US : Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, 2010 Disponível em WWW:<URL:http://www.dnrec.delaware.gov/coastal/Documents/SeaLevelRise/SLRSurveyReport.pdf>.

DUDA, Mark Damian *et al.* - **Delaware residents' opinions on climate change and sea level rise** [Em linha]. Harrisonburg, VA , US : Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, 2014 Disponível em WWW:<URL:http://www.dnrec.delaware.gov/coastal/Documents/Delaware%202014%20Sea%20Level%20Rise%20Survey%20Report.pdf>.

DUTTON, A. *et al.* - Sea-level rise due to polar ice-sheet mass loss during past warm periods. **Science**. . ISSN 0036-8075, 1095-9203. 349:6244 (2015) aaa4019. doi: 10.1126/science.aaa4019.

DUXBURY, Jane; DICKINSON, Sarah - Principles for sustainable governance of the coastal zone: In the context of coastal disasters. Ecological Economics of Coastal Disasters. **Ecological Economics**. . ISSN 0921-8009. 63:2 (2007) 319–330. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.01.016.

EBI, Kristie L. *et al.* - Smallholders adaptation to climate change in Mali. **Climatic Change**. . ISSN 1573-1480. 108:3 (2011) 423. doi: 10.1007/s10584-011-0160-3.

EBI, Kristie L.; SEMENZA, Jan C. - Community-Based Adaptation to the Health Impacts of Climate Change. **American Journal of Preventive Medicine**. . ISSN 07493797. 35:5 (2008) 501–507. doi: 10.1016/j.amepre.2008.08.018.

ELLIS, Frank - Household strategies and rural livelihood diversification. **Journal of Development Studies**. . ISSN 0022-0388, 1743-9140. 35:1 (1998) 1–38. doi: 10.1080/00220389808422553.

ELLIS, Frank - The Determinants of Rural Livelihood Diversification in Developing Countries. **Journal of Agricultural Economics**. . ISSN 1477-9552. 51:2 (2000) 289–302. doi: 10.1111/j.1477-9552.2000.tb01229.x.

ELLISON, Joanna; ZOUH, Isabella - Vulnerability to Climate Change of Mangroves: Assessment from Cameroon, Central Africa. **Biology**. . ISSN 2079-7737. 1:3 (2012) 617–638. doi: 10.3390/biology1030617.

EL-RAEY, Mohamed; DEWIDAR, K. R.; EL-HATTAB, Mamdouh - Adaptation to the impacts of sea level rise in Egypt. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**. 4:3–4 (1999) 343–361.

ENGINEERS AUSTRALIA - **Climate Change adaptation guidelines in coastal management and planning** [Em linha]. Crows Nest NSW, australia : The National Committee on Coastal and Ocean Engineering, 2012 [Consult. 10 abr. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/content-files/2016-12/climate_change_adaptation_guidelines.pdf>.

- ERIKSEN, Siri *et al.* - When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation. **Climate and Development**. . ISSN 1756-5529, 1756-5537. 3:1 (2011) 7–20. doi: 10.3763/cdev.2010.0060.
- ERIKSEN, Siri; BROWN, Katrina - Sustainable adaptation to climate change. **Climate and Development**. . ISSN 1756-5529, 1756-5537. 3:1 (2011) 3–6. doi: 10.3763/cdev.2010.0064.
- EVADZI, Prosper I. K. *et al.* - Awareness of sea-level response under climate change on the coast of Ghana. **Journal of Coastal Conservation**. . ISSN 1400-0350, 1874-7841. 22:1 (2018) 183–197. doi: 10.1007/s11852-017-0569-6.
- EVADZI, Prosper I. K. *et al.* - Awareness of sea-level response under climate change on the coast of Ghana. **Journal of Coastal Conservation**. . ISSN 1874-7841. 22:1 (2018) 183–197. doi: 10.1007/s11852-017-0569-6.
- FANDÉ, Morto Baiém *et al.* - Public perception of sea level rise and adaptation strategies for coastal zone in Guinea-Bissau. a submeter).
- FANDÉ, Morto Baiém - **Vulnerabilidade da Zona Costeira da Guiné-Bissau à Elevação do Nível do Mar: um estudo de caso**. Vassouras-RJ, Brasil : Universidade Severino Sombra, 2014 Trabalho de Conclusão do Curso.
- FANDÉ, Morto Baiém - Educação para as alterações climáticas no ensino secundário guineense: desafios e perspectivas a partir de professores de três escolas de BissauBubaque, GB, 18 Abr. 2019.
- FANDÉ, Morto Baiém; PEREIRA, Vania Filippi Goulart Carvalho - Impactos ambientais do turismo: um estudo sobre a percepção de moradores e turistas no Município de Paraty-RJ. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. . ISSN 22361170, 22361170. 18:3 (2014) 1170–1178. doi: 10.5902/2236117013864.
- FATORÍĆ, Sandra; MORÉN-ALEGRET, Ricard - Integrating local knowledge and perception for assessing vulnerability to climate change in economically dynamic coastal areas: The case of natural protected area Aiguamolls de l'Empordà, Spain. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 85:2013) 90–102. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2013.09.010.
- FAYE, Ibrahima - **Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest): Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes**. [S.l.] : Université de Bretagne occidentale-Brest, 2010 PhD Thesis.
- FAYE, Ibrahima B. Nd. *et al.* - Évolution du trait de côte à Nouakchott (Mauritanie) de 1954 à 2005 par photo-interprétation. **Noréis**. . ISSN 0029-182X, 1760-8546. 208 (2008) 11–27. doi: 10.4000/noréis.2146.
- FAYSSE, N. *et al.* - Participatory analysis for adaptation to climate change in Mediterranean agricultural systems: possible choices in process design. **Regional Environmental Change**. . ISSN 1436-3798, 1436-378X. 14:S1 (2014) 57–70. doi: 10.1007/s10113-012-0362-x.
- FERRÃO, Sandra; GONÇALVES, J. - **Inquérito** [Em linha], atual. 2010. [Consult. 15 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://wiki.ua.sapo.pt/wiki/Inqu%C3%A9rito>.
- FERREIRA, Óscar *et al.* - An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion hazards on sandy shores. **Continental Shelf Research**. . ISSN 02784343. 26:9 (2006) 1030–1044. doi: 10.1016/j.csr.2005.12.016.
- FIELD, Christopher B. *et al.* (EDS.) - **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability ; Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes ; A Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. ISBN 978-92-9169-141-8.
- FITCHETT, Jennifer M. *et al.* - Climate change threats to two low-lying South African coastal towns: Risks and perceptions. **South African Journal of Science**. . ISSN 0038-2353, 1996-7489. Volume 112: Number 5/6 (2016). doi: 10.17159/sajs.2016/20150262.
- FLETCHER, Charles H. *et al.* - Mapping Shoreline Change Using Digital Orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. Em
- FONTANA, Andrea; FREY, James - The art of science. **The handbook of qualitative research**. 361376:1994).
- FORD, Murray - Shoreline Changes on an Urban Atoll in the Central Pacific Ocean: Majuro Atoll, Marshall Islands. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208, 1551-5036. 279:2012) 11–22. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-11-00008.1.
- FORD, Murray R.; KENCH, Paul S. - Multi-decadal shoreline changes in response to sea level rise in the Marshall Islands. **Anthropocene**. . ISSN 22133054. 11:2015) 14–24. doi: 10.1016/j.ancene.2015.11.002.
- FRAZIER, Tim G.; WOOD, Nathan; YARNAL, Brent - Stakeholder perspectives on land-use strategies for adapting to climate-change-enhanced coastal hazards: Sarasota, Florida. **Applied Geography**. . ISSN 01436228. 30:4 (2010) 506–517. doi: 10.1016/j.apgeog.2010.05.007.

FRIESINGER, S.; BERNATCHEZ, P. - Perceptions of Gulf of St. Lawrence coastal communities confronting environmental change: Hazards and adaptation, Québec, Canada. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 53:11 (2010) 669–678. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2010.09.001.

FU, Xinyu *et al.* - Adaptation planning for sea level rise: a study of US coastal cities. **Journal of Environmental Planning and Management**. . ISSN 0964-0568, 1360-0559. 60:2 (2017) 249–265. doi: 10.1080/09640568.2016.1151771.

FUSS, Sabine *et al.* - Betting on negative emissions. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 4:10 (2014) 850–853. doi: 10.1038/nclimate2392.

FÜSSEL, H. M. - Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. **Sustainability Science**. . ISSN 1862-4065, 1862-4057. 2:2 (2007) 265–275. doi: 10.1007/s11625-007-0032-y.

FÜSSEL, Hans-Martin - Assessing adaptation to the health risks of climate change: what guidance can existing frameworks provide? **International Journal of Environmental Health Research**. . ISSN 0960-3123. 18:1 (2008) 37–63. doi: 10.1080/09603120701358416.

GARDNER, John *et al.* - A framework for stakeholder engagement on climate adaptation. **Climate Adaptation National Research Flagship Working Paper**. 3:2009) 1–31.

GARNETT, Kenisha; PARSONS, David J. - Multi-Case Review of the Application of the Precautionary Principle in European Union Law and Case Law: Application of the Precautionary Principle. **Risk Analysis**. . ISSN 02724332. 37:3 (2017) 502–516. doi: 10.1111/risa.12633.

GDACS - Storm surge for tropical cyclone FRED15. Green alert for storm surge impact in Guinea Bissau [Em linha], atual. 2016. [Consult. 20 fev. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.gdacs.org/Cyclones/Stormsurge.aspx?eventtype=TC&eventid=1000205&episodeid=3>.

GENS, R. - Remote sensing of coastlines: detection, extraction and monitoring. **International Journal of Remote Sensing**. . ISSN 0143-1161. 31:7 (2010) 1819–1836. doi: 10.1080/01431160902926673.

GIRARD, Corentin *et al.* - Integrating top-down and bottom-up approaches to design global change adaptation at the river basin scale. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 34:2015) 132–146. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.07.002.

GIZ - Economic approaches for assessing climate change adaptation options under uncertainty. Excel tools for Cost-Benefit and Multi-Criteria Analysis. 2013).

GIZ - Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook [Em linha]. Bonn, Germany : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017 Disponível em WWW:<URL:https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf>.

GLAVIČ, Peter; LUKMAN, Rebeka - Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**. . ISSN 0959-6526. 15:18 (2007) 1875–1885. doi: 10.1016/j.jclepro.2006.12.006.

GORNITZ, Vivien - Global coastal hazards from future sea level rise. **Global and Planetary Change**. 3:4 (1991) 379–398.

GORNITZ, Vivien; WHITE, Tammy W.; CUSHMAN, Robert M. - **Vulnerability of the US to future sea level rise** [Em linha]. [S.l.] : Oak Ridge National Lab., TN (USA), 1 Jan. 1991 (Relatório n.CONF-910780-1). [Consult. 22 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.osti.gov/biblio/5875484>.

GOUSSARD, Jean-Jacques; DUCROCQ, Mathieu - West African Coastal Area: Challenges and Outlook. Em DIOP, SALIF; BARUSSEAU, JEAN-PAUL; DESCAMPS, CYR (Eds.) - **The Land/Ocean Interactions in the Coastal Zone of West and Central Africa** [Em linha]. Cham : Springer International Publishing, 2014 [Consult. 17 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-06388-1_2>. ISBN 978-3-319-06387-4. p. 9–21.

GOUSSARD, Jean-Jacques; DUCROCQ, Mathieu - West African Coastal Area: Challenges and Outlook. Em DIOP, SALIF; BARUSSEAU, JEAN-PAUL; DESCAMPS, CYR (Eds.) - **The Land/Ocean Interactions in the Coastal Zone of West and Central Africa** [Em linha]. Cham : Springer International Publishing, 2014 [Consult. 22 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-06388-1_2>. ISBN 978-3-319-06387-4. p. 9–21.

GOVERNO DA REPÚBLICA DA GUINÉ-BISSAU/PNUD - Reforço da capacidade de adaptação e de resiliência das comunidades vulneráveis das zonas costeiras da Guiné-Bissau aos riscos climáticos. 2018).

GRILLI, Annette *et al.* - Mapping the coastal risk for the next century, including sea level rise and changes in the coastline: application to Charlestown RI, USA. **Natural Hazards**. . ISSN 0921-030X, 1573-0840. 88:1 (2017) 389–414. doi: 10.1007/s11069-017-2871-x.

GRIMM, Julia; WEISCHER, Lutz; ECKSTEIN, David - **The future role of the Adaptation Fund in the international climate finance architecture** [Em linha]. Bonn, Germany : Germanwatch e. V, 2018 [Consult. 8 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.af-network.org/sites/af-network.org/files/2019-04/The%20%20future%20role%20of%20the%20Adaptation%20fund%20in%20the%20international%20climate%20finance%20architecture.pdf>. ISBN 978-3-943704-66-2.

GRINSTED, Aslak *et al.* - Sea level rise projections for northern Europe under RCP8.5. **Climate Research**. . ISSN 0936-577X, 1616-1572. 64:1 (2015) 15–23. doi: 10.3354/cr01309.

GROTHMANN, Torsten - Adaptation research: where do we stand and where should we go? Em **Climate Change Adaptation Manual: lessons learned from European and other industrialised countries**. 1. ed. London, UK : CPI Group, 2014. ISBN 978-0-415-63040-5. p. 14–23.

GU; GHD - **Coastal Hazard Adaptation Options: A Compendium for Queensland Coastal Councils** [Em linha]. Queensland, Australia : Department of Environment and Heritage Protection (EHP), 2012 [Consult. 3 mar. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.townsville.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0015/7035/Coastal_Hazard_Adaptation_Options.pdf>.

GUERRA, João *et al.* - CLIMADAPT.LOCAL - Resultados preliminares de um inquérito alargado. **Portugal, território de territórios. Atas do IX Congresso Português de Sociologia**. 2017) 1–18.

GUINEA BISSAU - Nacional Report. Em **Adaptation to Climate Change - Responding to Shoreline Change and its human dimensions in West Africa through integrated coastal area management**. [S.l.] : GEF/UNDP – UNESCO/IOC, 2006. p. 56–91.

GUINÉ-BISSAU/PNUD - Reforço da Resiliência e da Capacidade de Adaptação dos Sectores Agrário e Hídrico às Mudanças Climáticas na Guiné-Bissau. 2011).

HAASNOOT, M. *et al.* - A method to develop sustainable water management strategies for an uncertain future. **Sustainable Development**. . ISSN 1099-1719. 19:6 (2011) 369–381. doi: 10.1002/sd.438.

HAASNOOT, M. *et al.* - Fit for purpose? Building and evaluating a fast, integrated model for exploring water policy pathways. **Environmental Modelling & Software**. . ISSN 13648152. 60:2014) 99–120. doi: 10.1016/j.envsoft.2014.05.020.

HAASNOOT, Marjolijn *et al.* - Exploring pathways for sustainable water management in river deltas in a changing environment. **Climatic Change**. . ISSN 1573-1480. 115:3 (2012) 795–819. doi: 10.1007/s10584-012-0444-2.

HAASNOOT, Marjolijn *et al.* - Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 23:2 (2013) 485–498. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2012.12.006.

HAIGH, Ivan D. *et al.* - Estimating present day extreme water level exceedance probabilities around the coastline of Australia: tropical cyclone-induced storm surges. **Climate Dynamics**. . ISSN 1432-0894. 42:1 (2014) 139–157. doi: 10.1007/s00382-012-1653-0.

HALLEGATTE, Stéphane - Strategies to adapt to an uncertain climate change. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 19:2 (2009) 240–247. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.12.003.

HAMILTON, Lawrence C. - Public Awareness of the Scientific Consensus on Climate. **SAGE Open**. . ISSN 2158-2440, 2158-2440. 6:4 (2016) 215824401667629. doi: 10.1177/2158244016676296.

HAMLINGTON, Benjamin; THOMPSON, Phil - **The Climate Data Guide: Tide gauge sea level data** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 1 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/tide-gauge-sea-level-data>.

HANSEN, J. E. - Scientific reticence and sea level rise. **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 2:2 (2007) 024002. doi: 10.1088/1748-9326/2/2/024002.

HANSEN, J. E. - **Hansen et al 2016 - The use of modelling tools to assess local scale inundation and erosion risk** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 22 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://coastadapt.com.au/use-modelling-tools-assess-local-scale-inundation-and-erosion-risk>.

HANSEN, James *et al.* - Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous. **Atmospheric Chemistry and Physics**. . ISSN 1680-7324. 16:6 (2016) 3761–3812. doi: 10.5194/acp-16-3761-2016.

HANSON, Susan *et al.* - A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. **Climatic Change**. . ISSN 1573-1480. 104:1 (2011) 89–111. doi: 10.1007/s10584-010-9977-4.

HAPKE, Cheryl J.; KRATZMANN, Meredith G.; HIMMELSTOSS, Emily A. - Geomorphic and human influence on large-scale coastal change. **Geomorphology**. . ISSN 0169555X. 199:2013) 160–170. doi: 10.1016/j.geomorph.2012.11.025.

HAQUE, Anika Nasra; GRAFAKOS, Stelios; HUIJSMAN, Marijk - Participatory integrated assessment of flood protection measures for climate adaptation in Dhaka. **Environment and Urbanization**. . ISSN 0956-2478, 1746-0301. 24:1 (2012) 197–213. doi: 10.1177/0956247811433538.

HAQUE, Md Aminul *et al.* - Households' perception of climate change and human health risks: A community perspective. **Environmental Health**. . ISSN 1476-069X. 11:1 (2012). doi: 10.1186/1476-069X-11-1.

HARDY, John T. - **Climate change: causes, effects, and solutions**. West sussex, England : ohn Wiley & Sons, 2003. ISBN 10 0-470-85019-1.

HARDY, R. Dean; HAUER, Mathew E. - Social vulnerability projections improve sea-level rise risk assessments. **Applied Geography**. . ISSN 01436228. 91:2018) 10–20. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.12.019.

HEBERGER, Matthew *et al.* - **The impacts of sea-level rise on the California coast** [Em linha]. [S.l.] : California Climate Change Center, 2009 (Relatório n.CEC-500-2009-024-F). [Consult. 22 set. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29130/sea-level-rise.pdf?sequence=1>.

HEBERGER, Matthew *et al.* - . [S.l.] : California Climate Change Center, 2009

HELENE, M. E. M. *et al.* - **Poluentes Atmosféricos** Ponto de Spoio. . São Paulo : Editora Scipione, 2010

HEMMATI, Minu - **Multi-stakeholder Processes for Governance and Sustainability: Beyond Deadlock and Conflict** [Em linha]. 1. ed. [S.l.] : Routledge, 2012 [Consult. 17 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.taylorfrancis.com/books/9781849772037>. ISBN 978-1-84977-203-7.

HINKEL, Jochen *et al.* - A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: An application of DIVA. **Global and Planetary Change**. . ISSN 09218181. 111:2013) 150–158. doi: 10.1016/j.gloplacha.2013.09.002.

HORTON, Benjamin P. *et al.* - Expert assessment of sea-level rise by AD 2100 and AD 2300. **Quaternary Science Reviews**. . ISSN 02773791. 84:2014) 1–6. doi: 10.1016/j.quascirev.2013.11.002.

HUNT, Alistair; WATKISS, Paul - Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 104:1 (2011) 13–49. doi: 10.1007/s10584-010-9975-6.

HUQ, Saleemul *et al.* - Mainstreaming adaptation to climate change in Least Developed Countries (LDCs). **Climate Policy**. . ISSN 1469-3062, 1752-7457. 4:1 (2004) 25–43. doi: 10.1080/14693062.2004.9685508.

HURLIMANN, Anna *et al.* - Urban planning and sustainable adaptation to sea-level rise. **Landscape and Urban Planning**. . ISSN 01692046. 126:2014) 84–93. doi: 10.1016/j.landurbplan.2013.12.013.

IAP2 - **IAP2 Participation Spectrum** [Em linha], atual. 2015. [Consult. 17 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://oilspilltaskforce.org/wp-content/uploads/2015/08/IAP2-Participation-Spectrum-.pdf>.

IBAP - **Relatório Anual** [Em linha]. Bissau : Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas, 2016 [Consult. 16 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://ibapgbissau.org/Documentos/Relat%c3%b3rios%20anuais%20do%20IBAP/Relatorio-anual%20IBAP%202016.pdf>.

IÉ CÓ, Meio Dia Sepa Maria - **Mudanças recentes da linha de costa e dos ecossistemas costeiros da ilha de Bubaque (Arquipélagos dos Bijagós)**. Faro : Universidade do Algarve, Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos, 1994 dissertação de Mestrado.

IEA - **Global Energy and CO2 Status Report 2018: The latest trends in energy and emissions in 2018** [Em linha]. France : International Energy Agency, 2019 [Consult. 6 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://webstore.iea.org/download/direct/2461?fileName=Global_Energy_and_CO2_Status_Report_2018.pdf>.

IMBACH, Alejandro C.; BELTRÁN, Priscila F. Prado - Assessing local adaptive capacity to climate change: conceptual framework and field validation. Em **Community-based adaptation to climate change: emerging lessons**. Rugby : Practical Action Publishing, 2014. ISBN 978-1-85339-790-5. p. 77–94.

INE - **Projections Demographiques En Guinee Bissau 2009 - 2030** [Em linha]. Bissau : Instituto Nacional de Estatística, 2013 [Consult. 7 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.stat-guineebissau.com/publicacao/Projeccao_demografica.pdf>.

INE - **Estatísticas Básicas da Guiné-Bissau** [Em linha]. Bissau : Instituto Nacional de Estatística, 2014 [Consult. 20 nov. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://www.stat-guineebissau.com/publicacao/estatisticas_basicas.pdf>.

INE - **Guiné-Bissau em Números 2017** [Em linha]. Bissau : Instituto Nacional de Estatística, 2017 [Consult. 4 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.stat-guineebissau.com/publicacao/guineebissau-em-numero2017.pdf>.

INEC - **Recenseamento geral da população e habitação**. Bissau : Instituto Nacional de Estatística e Censos, 2009

INM-GB - **Perfil Climático - Guiné-Bissau (1981-2010)**. Bissau : Instituto Nacional de Meteorologia da Guiné-Bissau, 2016

IOC - **Existing and needed African science-base for coastal adaptation**. Paris : INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION (of UNESCO), 2010

IPCC - **Strategies for Adaption to Sea Level Rise. Report of the IPCC Coastal Zone Management Subgroup: Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland : Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990

IPCC - **Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Em linha]. Cambridge ; New York : Cambridge University Press, 2007 Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf>. ISBN 978-0-521-88009-1.

IPCC - **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013 [Consult. 9 mar. 2014].

IPCC - **AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Em linha]. [S.l.] : Intergovernmental Panel on Climate Change., 2014 [Consult. 23 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>.

IPCC - **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty** [Em linha]. [S.l.] : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018 [Consult. 23 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.ipcc.ch/sr15/>>.

ISHAYA, S.; ABAJE, I. B. - Indigenous people's perception on climate change and adaptation strategies in Jema'a local government area of Kaduna State, Nigeria. **Journal of geography and regional planning**. 1:8 (2008) 138.

JACKSON, Luke P.; GRINSTED, Aslak; JEVREJEVA, Svetlana - 21st Century Sea-Level Rise in Line with the Paris Accord. **Earth's Future**. . ISSN 23284277. 6:2 (2018) 213–229. doi: 10.1002/2017EF000688.

JACKSON, Luke P.; JEVREJEVA, Svetlana - A probabilistic approach to 21st century regional sea-level projections using RCP and High-end scenarios. **Global and Planetary Change**. . ISSN 09218181. 146:2016) 179–189. doi: 10.1016/j.gloplacha.2016.10.006.

JACOB, Klaus H. - Sea level rise, storm risk, denial, and the future of coastal cities. **Bulletin of the Atomic Scientists**. . ISSN 0096-3402, 1938-3282. 71:5 (2015) 40–50. doi: 10.1177/0096340215599777.

JANEIRO, Carla *et al.* - Gestão de Áreas Protegidas da Guiné-Bissau. 2008).

JEUKEN, Ad *et al.* - Lessons learnt from adaptation planning in four deltas and coastal cities. **Journal of Water and Climate Change**. . ISSN 2040-2244, 2408-9354. 6:4 (2015) 711–728. doi: 10.2166/wcc.2014.141.

JEVREJEVA, S. *et al.* - Recent global sea level acceleration started over 200 years ago? **Geophysical Research Letters**. . ISSN 0094-8276. 35:8 (2008). doi: 10.1029/2008GL033611.

JEVREJEVA, Svetlana *et al.* - Coastal sea level rise with warming above 2 °C. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. 113:47 (2016) 13342–13347.

JEVREJEVA, Svetlana *et al.* - Coastal sea level rise with warming above 2 °C. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. . ISSN 0027-8424, 1091-6490. 113:47 (2016) 13342–13347. doi: 10.1073/pnas.1605312113.

JEVREJEVA, Svetlana; MOORE, John C.; GRINSTED, Aslak - Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios. **Global and Planetary Change**. 80:2012) 14–20.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J. - Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. **Educational Researcher**. 33:7 (2004) 14–26.

JOHNSON, R. Burke; ONWUEGBUZIE, Anthony J.; TURNER, Lisa A. - Toward a Definition of Mixed Methods Research. **Journal of Mixed Methods Research**. . ISSN 1558-6898, 1558-6901. 1:2 (2007) 112–133. doi: 10.1177/1558689806298224.

JOHNSTON, Robert J. *et al.* - **Adapting to Coastal Storms and Flooding: Report on a 2014 Survey of Old Saybrook Residents**. Worcester, MA. : George Perkins Marsh Institute, Clark University and The Nature Conservancy, 2014

- KANG, Lei; MA, Li; LIU, Yi - Evaluation of farmland losses from sea level rise and storm surges in the Pearl River Delta region under global climate change. **Journal of Geographical Sciences**. . ISSN 1009-637X, 1861-9568. 26:4 (2016) 439–456. doi: 10.1007/s11442-016-1278-z.
- KASPRZYK, Joseph R. *et al.* - Many objective robust decision making for complex environmental systems undergoing change. **Environmental Modelling & Software**. . ISSN 1364-8152. 42:2013) 55–71. doi: 10.1016/j.envsoft.2012.12.007.
- KASSAM, Karim-Aly S. - **Biocultural Diversity and Indigenous Ways of Knowing: Human Ecology in the Arctic** [Em linha]. [S.l.] : University of Calgary Press, 2009 [Consult. 17 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv6gqsbf>. ISBN 978-1-55238-492-3.
- KELLENS, Wim *et al.* - An Analysis of the Public Perception of Flood Risk on the Belgian Coast. **Risk Analysis**. . ISSN 1539-6924. 31:7 (2011) 1055–1068. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01571.x.
- KELMAN, Ilan - Islandness within climate change narratives of small island developing states (SIDS). **Island Studies Journal**. . ISSN 17152593. 13:1 (2018) 149–166. doi: 10.24043/isj.52.
- KERH, Tienfuan; LU, Hsienchang; SAUNDERS, Rob - **Investigating Nonlinear Shoreline Multiperiod Change from Orthophoto Map Information by Using a Neural Network Model** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 27 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/782525/>.
- KIM, Young-Oh; CHUNG, Eun Sung - Adaptation to Climate Change: Decision Making. Em KOLOKYTHA, ELPIDA; OISHI, SATORU; TEEGAVARAPU, RAMESH S. V. (Eds.) - **Sustainable Water Resources Planning and Management Under Climate Change** [Em linha]. Singapore : Springer Singapore, 2017 [Consult. 6 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://doi.org/10.1007/978-981-10-2051-3_8>. ISBN 978-981-10-2051-3. p. 189–221.
- KLEIN, Richard J. T.; NICHOLLS, Robert J. - Coastal Zones. Em **Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies**. p. 464.
- KLEIN, Richard J. T.; NICHOLLS, Robert J.; MIMURA, Nobuo - Coastal Adaptation to Climate Change: Can the IPCC Technical Guidelines be applied? **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**. . ISSN 1573-1596. 4:3 (1999) 239–252. doi: 10.1023/A:1009681207419.
- KNUTSON, Thomas R. *et al.* - Tropical cyclones and climate change. **Nature Geoscience**. . ISSN 1752-0894, 1752-0908. 3:3 (2010) 157–163. doi: 10.1038/ngeo779.
- KOPP, Robert E. *et al.* - Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites: KOPP ET AL. **Earth's Future**. . ISSN 23284277. 2:8 (2014) 383–406. doi: 10.1002/2014EF000239.
- KOPP, Robert E. *et al.* - Temperature-driven global sea-level variability in the Common Era. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. . ISSN 0027-8424, 1091-6490. 113:11 (2016) E1434–E1441. doi: 10.1073/pnas.1517056113.
- KOPP, Robert E. *et al.* - Evolving Understanding of Antarctic Ice-Sheet Physics and Ambiguity in Probabilistic Sea-Level Projections. **Earth's Future**. . ISSN 23284277. 5:12 (2017) 1217–1233. doi: 10.1002/2017EF000663.
- KOTHARI, C. R. - **Research Methodology - Methods and Techniques** [Em linha]. 2ª ed. New Delh : New Age International (P) Ltd., Publishers, 2004 [Consult. 12 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://dspace.utamu.ac.ug:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/181/Research%20Methodology%20-%20Methods%20and%20Techniques%202004.pdf?sequence=1>. ISBN (13) : 978-81-224-2488-1.
- KUDALE, M. D.; MAHALINGAIAH, A. V.; TAYADE, B. R. - Use of sand-filled geotextile tubes for sustainable coastal protection-case studies in Indian scenario. **INDIAN J. MAR. SCI.** 43:7 (2014) 6.
- KUKLICKE, Christian; DEMERITT, David - Adaptive and risk-based approaches to climate change and the management of uncertainty and institutional risk: The case of future flooding in England. **Global Environmental Change**. . ISSN 0959-3780. 37:2016) 56–68. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.01.007.
- KUMARAVEL, S. *et al.* - Quantitative estimation of shoreline changes using remote sensing and GIS: A case study in the parts of Cuddalore district, East coast of Tamil Nadu, India. **International journal of environmental sciences**. 2:4 (2012) 2482–2490.
- KUMP, L. R. - O último grande aquecimento global. **Scientific American Brasil**. 10:111 (2011) 74–79.
- KUMSSA, Asfaw; JONES, John F. - Climate change and human security in Africa. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**. . ISSN 1350-4509. 17:6 (2010) 453–461. doi: 10.1080/13504509.2010.520453.
- KURUPPU, Natasha; WILLIE, Reenata - Barriers to reducing climate enhanced disaster risks in Least Developed Country-Small Islands through anticipatory adaptation. SI: IGBP APN. **Weather and Climate Extremes**. . ISSN 2212-0947. 7:2015) 72–83. doi: 10.1016/j.wace.2014.06.001.

KWAKKEL, Jan H.; HAASNOOT, Marjolijn; WALKER, Warren E. - Comparing Robust Decision-Making and Dynamic Adaptive Policy Pathways for model-based decision support under deep uncertainty. **Environmental Modelling & Software**. . ISSN 13648152. 86:2016) 168–183. doi: 10.1016/j.envsoft.2016.09.017.

LAMBECK, K.; CHAPPELL, John - Sea Level Change Through the Last Glacial Cycle. **Science**. . ISSN 00368075, 10959203. 292:5517 (2001) 679–686. doi: 10.1126/science.1059549.

LAUSCHE, Barbara J. - Synopsis of an assessment: policy tools for local adaptation to sea level rise. **Marine Policy Institute at Mote Marine Laboratory Technical Report**. 1419:2009) 22p.

LE BARS, Dewi; DRIJFHOUT, Sybren; DE VRIES, Hylke - A high-end sea level rise probabilistic projection including rapid Antarctic ice sheet mass loss. **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 12:4 (2017) 044013. doi: 10.1088/1748-9326/aa6512.

LE COZANNET, Gonéri *et al.* - Approaches to evaluate the recent impacts of sea-level rise on shoreline changes. **Earth-Science Reviews**. . ISSN 00128252. 138:2014) 47–60. doi: 10.1016/j.earscirev.2014.08.005.

LE COZANNET, Gonéri *et al.* - Vertical ground motion and historical sea-level records in Dakar (Senegal). **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 10:8 (2015) 084016. doi: 10.1088/1748-9326/10/8/084016.

LE QUÉRÉ, Corinne *et al.* - Global Carbon Budget 2017. **Earth System Science Data Discussions**. . ISSN 1866-3591. 2017) 1–79. doi: 10.5194/essd-2017-123.

Lei nº 4/97. . Suplemento ao Boletim Oficial da República da Guiné-Bissau, Nº 48 (97-12-02) 1–5.

LEISEROWITZ, Anthony A. - American Risk Perceptions: Is Climate Change Dangerous?: American Risk Perceptions. **Risk Analysis**. . ISSN 02724332. 25:6 (2005) 1433–1442. doi: 10.1111/j.1540-6261.2005.00690.x.

LEVERMANN, Anders *et al.* - The multimillennial sea-level commitment of global warming. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. . ISSN 0027-8424, 1091-6490. 110:34 (2013) 13745–13750. doi: 10.1073/pnas.1219414110.

LIN, Brenda B. *et al.* - Adaptation Pathways in Coastal Case Studies: Lessons Learned and Future Directions. **Coastal Management**. . ISSN 0892-0753, 1521-0421. 45:5 (2017) 384–405. doi: 10.1080/08920753.2017.1349564.

LNEC - **Avaliação dos Problemas de Erosão costeira na Praia de Varela (Guiné-Bissau) e de Assoreamento no Porto de Bissau**. Lisboa : Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2011 (Relatório n.RELATÓRIO 258/2011 – NEC).

LNEC - **Avaliação dos Problemas de Erosão costeira na Praia de Varela (Guiné-Bissau) e de Assoreamento no Porto de Bissau**. Lisboa : Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2011 (Relatório n.258/2011).

LOË, Rob DE; KREUTZWISER, Reid; MORARU, Liana - Adaptation options for the near term: climate change and the Canadian water sector. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 11:3 (2001) 231–245. doi: 10.1016/S0959-3780(00)00053-4.

LOEWENSTEIN, George F. *et al.* - Risk as feelings. **Psychological Bulletin**. . ISSN 1939-1455, 0033-2909. 127:2 (2001) 267–286. doi: 10.1037/0033-2909.127.2.267.

MACIEL, Olga; NUNES, Adélia; CLAUDINO, Sérgio - Recurso ao inquérito por questionário na avaliação do papel das Tecnologias de Informação Geográfica no ensino de Geografia. **GOT - Geography and Spatial Planning Journal**. . ISSN 21821267. 6:2014) 153–177. doi: 10.17127/got/2014.6.010.

MADDISON, David - **The Perception Of And Adaptation To Climate Change In Africa** Policy Research Working Papers. [Em linha]. [S.l.] : The World Bank, 2007 [Consult. 22 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/1813-9450-4308>>.

MANGOR, Karsten *et al.* - Shoreline management guidelines. **DHI** <https://www.dhigroup.com/marine-water/ebook-shoreline-management-guidelines>. 2017).

MARCY, Douglas *et al.* - New Mapping Tool and Techniques for Visualizing Sea Level Rise and Coastal Flooding Impacts. Em **Solutions to Coastal Disasters 2011** [Em linha]. Anchorage, Alaska, United States : American Society of Civil Engineers, 21 Jun. 2011 [Consult. 4 mar. 2019]. Disponível em WWW:<URL: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/41185%28417%2942>>. ISBN 978-0-7844-1185-8

MARENGO, José Antonio *et al.* - **Riscos das mudanças climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia** [Em linha]. [S.l.] : o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Brasil e o Met Office Hadley Centre (MOHC) do Reino Unido, 2011 Disponível em WWW:<URL: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/relatorio_port.pdf>.

MARFAI, Muh - Impact of coastal inundation on ecology and agricultural land use case study in central Java, Indonesia. **Quaestiones Geographicae**. . ISSN 0137-477X. 30:3 (2011) 19–32. doi: 10.2478/v10117-011-0024-y.

MARFAI, Muh Aris; KING, Lorenz - Potential vulnerability implications of coastal inundation due to sea level rise for the coastal zone of Semarang city, Indonesia. **Environmental Geology**. . ISSN 0943-0105, 1432-0495. 54:6 (2008) 1235–1245. doi: 10.1007/s00254-007-0906-4.

MARTINEZ RODRIGUEZ, Ruth *et al.* - Ecosystem based Adaptation for smallholder farmers: perception of benefits. Em **Abstracts Open Science Conference PECS II “Transdisciplinary place-based research for global sustainability”** [Em linha]. Oaxana City : [s.n.] [Consult. 25 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://agritrop.cirad.fr/585960/>.

MARTINICH, Jeremy *et al.* - Risks of sea level rise to disadvantaged communities in the United States. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**. . ISSN 1381-2386, 1573-1596. 18:2 (2013) 169–185. doi: 10.1007/s11027-011-9356-0.

MATTHEWS, J. B. Robin (ED.) - SR15_AnnexI_Glossary.pdf. Em **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty** [Em linha] Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf>.

MAZZOTTI, S. *et al.* - Impact of anthropogenic subsidence on relative sea-level rise in the Fraser River delta. **Geology**. . ISSN 0091-7613, 1943-2682. 37:9 (2009) 771–774. doi: 10.1130/G25640A.1.

MBOW, Cheikh *et al.* - Achieving mitigation and adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. Sustainability challenges. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. . ISSN 1877-3435. 6:2014) 8–14. doi: 10.1016/j.cosust.2013.09.002.

MCGRANAHAN, Gordon; BALK, Deborah; ANDERSON, Bridget - The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. **Environment and Urbanization**. . ISSN 0956-2478. 19:1 (2007) 17–37. doi: 10.1177/0956247807076960.

MCINNIS, Kathleen L. *et al.* - An assessment of current and future vulnerability to coastal inundation due to sea-level extremes in Victoria, southeast Australia. **International Journal of Climatology**. . ISSN 08998418. 33:1 (2013) 33–47. doi: 10.1002/joc.3405.

MCLEOD, Elizabeth *et al.* - Sea-level rise impact models and environmental conservation: A review of models and their applications. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 0964-5691. 53:9 (2010) 507–517. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2010.06.009.

MCNEELEY, Shannon M. - Examining barriers and opportunities for sustainable adaptation to climate change in Interior Alaska. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 111:3–4 (2012) 835–857. doi: 10.1007/s10584-011-0158-x.

MENGEL, Matthias *et al.* - Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action. **Nature Communications**. . ISSN 2041-1723. 9:1 (2018). doi: 10.1038/s41467-018-02985-8.

MENTASCHI, Lorenzo *et al.* - Global long-term observations of coastal erosion and accretion. **Scientific Reports**. . ISSN 2045-2322. 8:1 (2018). doi: 10.1038/s41598-018-30904-w.

MEPIR - Segundo Documento de Estratégia Nacional de Redução da Pobreza (DENARP II). 2011).

MERCADO, Rizalito M. - People’s Risk Perceptions and Responses to Climate Change and Natural Disasters in BASECO Compound, Manila, Philippines. **Procedia Environmental Sciences**. . ISSN 18780296. 34:2016) 490–505. doi: 10.1016/j.proenv.2016.04.043.

MERCER, John H. - West Antarctic ice sheet and CO2 greenhouse effect: a threat of disaster. **Nature**. 271:5643 (1978) 321.

MERTZ, Ole *et al.* - Farmers’ Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel. **Environmental Management**. . ISSN 0364-152X, 1432-1009. 43:5 (2009) 804–816. doi: 10.1007/s00267-008-9197-0.

MILLER JÚNIOR - **Ciência Ambiental**. São Paulo : Cengage Learning, 2008

MILLIMAN, John D.; HAQ, Bilal U. - Sea-Level Rise and Coastal Subsidence: Towards Meaningful Strategies. Em MILLIMAN, JOHN D.; HAQ, BILAL U. (Eds.) - **Sea-Level Rise and Coastal Subsidence** [Em linha]. Dordrecht : Springer Netherlands, 1996 [Consult. 16 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-94-015-8719-8_1>. ISBN 978-90-481-4672-7v. 2. p. 1–9.

MIMURA, N. - Vulnerability of island countries in the South Pacific to sea level rise and climate change. **Climate Research**. . ISSN 0936-577X, 1616-1572. 12:1999) 137–143. doi: 10.3354/cr012137.

MIMURA, Nobuo - Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. **Proceedings of the Japan Academy, Series B**. . ISSN 0386-2208, 1349-2896. 89:7 (2013) 281–301. doi: 10.2183/pjab.89.281.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto - Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável; conceitos e princípios. **Textos de Economia**. . ISSN 2175-8085. 4:1 (1993) 131–142.

MOORE, Laura J. - Shoreline Mapping Techniques. **Journal of Coastal Research**. 16:2000) 14.

MOORE, Laura J.; GRIGGS, Gary B. - Long-term cliff retreat and erosion hotspots along the central shores of the Monterey Bay National Marine Sanctuary. **Marine Geology**. 181:1–3 (2002) 265–283.

MORRISON, Mark; DUNCAN, Roderick; PARTON, Kevin - Religion Does Matter for Climate Change Attitudes and Behavior. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 10:8 (2015) e0134868. doi: 10.1371/journal.pone.0134868.

MOSS, Richard H. *et al.* - The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**. . ISSN 0028-0836, 1476-4687. 463:7282 (2010) 747–756. doi: 10.1038/nature08823.

MOYO, M. *et al.* - Farmer perceptions on climate change and variability in semi-arid Zimbabwe in relation to climatology evidence. **African Crop Science Journal**. . ISSN 2072-6589. 20:2 (2012) 317-335–335.

MUNRO, Alistair - Climate change and SIDS. **Saving Small Island Developing States**. 2010) 145.

MURDUKHAYEVA, Angelica *et al.* - Assessment of Inundation Risk from Sea Level Rise and Storm Surge in Northeastern Coastal National Parks. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208, 1551-5036. 291:2013) 1–16. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-12-00196.1.

MUSTELIN, J. *et al.* - Understanding current and future vulnerability in coastal settings: community perceptions and preferences for adaptation in Zanzibar, Tanzania. **Population and Environment**. . ISSN 0199-0039, 1573-7810. 31:5 (2010) 371–398. doi: 10.1007/s11111-010-0107-z.

NALAU, Johanna; BECKEN, Susanne; MACKEY, Brendan - Ecosystem-based Adaptation: A review of the constraints. **Environmental Science & Policy**. . ISSN 1462-9011. 89:2018) 357–364. doi: 10.1016/j.envsci.2018.08.014.

NANGO, Baciro - Águas salgadas estragam bolanhas das tabancas de Elalab e Djobél, 2015. [Consult. 27 set. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://www.odemocratagb.com/?p=6313>.

NATESAN, Usha *et al.* - Monitoring Longterm Shoreline Changes along Tamil Nadu, India Using Geospatial Techniques. INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, COASTAL AND OCEAN ENGINEERING (ICWRCOE'15). **Aquatic Procedia**. . ISSN 2214-241X. 4:2015) 325–332. doi: 10.1016/j.aqpro.2015.02.044.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **Advancing the Science of Climate Change** [Em linha]. Washington, D.C. : National Academies Press, 2010 [Consult. 30 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.nap.edu/catalog/12782>. ISBN 978-0-309-14588-6.

NCCARF - **Assess options and prepare a plan** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 25 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://coastadapt.com.au/C-CADS/step-4-assess-options-and-risks>.

NEREM, R. S.; MITCHUM, G. T. - Observation of sea level change from satellite altimetry. Em **International Geophysics**. [S.l.] : Elsevier, 2001v. 75. p. 121–163.

NEUMANN, Barbara *et al.* - Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 10:3 (2015) e0118571. doi: 10.1371/journal.pone.0118571.

NEUMANN, Tim; AHRENDT, Kai - Comparing the “Bathtub Method” with MIKE 21 HD Flow Model for Modelling Storm Surge Indundation: Case Study Kiel Fjord. 2013).

NIANG-DIOP, Isabelle - **Erosion cotiere sur la petite cote du senegal a partir de l'exemple de rufisque. Passe. Present. Futur** [Em linha]. [S.l.] : Angers, 1 Jan. 1995 [Consult. 17 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.theses.fr/1995ANGE0003>. thesis.

NIANG-DIOP, Isabelle *et al.* - Formulating an adaptation strategy. **Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures**. 2004) 183–204.

NICHOLLS, R. J. *et al.* - Constructing sea-level scenarios for impact and adaptation assessment of coastal areas: A guidance document. **supporting material, Intergovernmental Panel on Climate Change task group on data and scenario support for impact and climate analysis (TGICA)**. 47:2011).

NICHOLLS, R. J. *et al.* - Constructing sea-level scenarios for impact and adaptation assessment of coastal areas: A guidance document. **supporting material, Intergovernmental Panel on Climate Change task group on data and scenario support for impact and climate analysis (TGICA)**. 47:2011).

NICHOLLS, Robert - Planning for the Impacts of Sea Level Rise. **Oceanography**. . ISSN 10428275. 24:2 (2011) 144–157. doi: 10.5670/oceanog.2011.34.

NICHOLLS, Robert J. - Case study on sea-level rise impacts. Em **OECD Workshop on the benefits of climate policy: improving information for policy makers**

NICHOLLS, Robert J. *et al.* - Sea-level scenarios for evaluating coastal impacts: Sea-level scenarios for evaluating coastal impacts. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**. . ISSN 17577780. 5:1 (2014) 129–150. doi: 10.1002/wcc.253.

NICHOLSON-COLE, Sophie; O’RIORDAN, Tim - **Adaptive governance for a changing coastline: science, policy and publics in search of a sustainable future**. [S.l.] : Cambridge: Cambridge University Press, 2009

NIELSEN, O. *et al.* - Hydrodynamic modelling of coastal inundation. 2005).

NILSSON, Måns; GRIGGS, Dave; VISBECK, Martin - Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. **Nature**. . ISSN 1476-4687. 534:7607 (2016) 320–322. doi: 10.1038/534320a.

NOAA - **Technical Considerations for Use of Geospatial Data in Sea Level Change Mapping and Assessment** [Em linha]. [S.l.] : National Oceanic and Atmospheric Administration, 2010 [Consult. 19 jun. 2017]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/Technical_Use_of_Geospatial_Data_2010_TM_NOS_01.pdf>.

NPDA - **Climate Change Fund** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 8 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.nepad.org/programme-details/11165>.

ONU-HABITAT; CMB - Bissau 2030: Plano de Desenvolvimento Sustentável Bissau 2030. 2019).

OPPENHEIMER, Michael - Global warming and the stability of the West Antarctic Ice Sheet. **Nature**. . ISSN 0028-0836, 1476-4687. 393:6683 (1998) 325–332. doi: 10.1038/30661.

ORESQUES, Naomi - The Scientific Consensus on Climate Change. **Science**. . ISSN 0036-8075, 1095-9203. 306:5702 (2004) 1686–1686. doi: 10.1126/science.1103618.

ORTOFOTOMAPA - Em **Dicionário infopédia da Língua Portuguesa** [Em linha]. Porto : Porto Editora, 2019 [Consult. 3 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:Disponível na Internet: https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/ortofotomapa>.

OSMAN-ELASHA, B. - Climate change impacts, adaptation and links to sustainable development in Africa. 60:2009) 12–16.

PARANHOS, Ranulfo *et al.* - Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**. . ISSN 1517-4522. 18:42 (2016) 384–411. doi: 10.1590/15174522-018004221.

PATT, A.; SCHROTER, D. - Perceptions of climate risk in Mozambique: Implications for the success of adaptation strategies. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 18:3 (2008) 458–467. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.04.002.

PENHA-LOPES, Gil; SANTOS, Filipe Duarte - **ClimAdPT.local: Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 10 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.area-altominho.pt/fotos/editor2/altominhoadapt/pii_climadaptlocal.pdf>.

PENNOBER, Gwenaëlle - Dynamique littorale d’un delta estuarien : les Bijagos (Guinée-Bissau). 2003) 10.

PENNOBER, Gwenaëlle *et al.* - Planification côtière en Afrique de l’Ouest. Retour d’expérience SIG en Guinée-Bissau. **Noréis**. . ISSN 0029-182X, 1760-8546. 196 (2005). doi: 10.4000/noréis.1866.

PETTENGELL, Catherine - Climate Change Adaptation: Enabling people living in poverty to adapt. **Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience**. 6:2 (2010) 1–48.

PGUB - Plano Geral Urbanístico de Bissau. 1993).

PIETSCH, Juliet; MCALLISTER, Ian - ‘A diabolical challenge’: public opinion and climate change policy in Australia. **Environmental Politics**. . ISSN 0964-4016, 1743-8934. 19:2 (2010) 217–236. doi: 10.1080/09644010903574509.

PITTOCK, A. Barrie - **Climate Change. the science, impacts and solutions**. 2. ed. Collingwood VIC, Australia : CSIRO PUBLISHING, 2009

POLACK, Emily - A Right to Adaptation: Securing the Participation of Marginalised Groups. **IDS Bulletin**. . ISSN 02655012. 39:4 (2008) 16–23. doi: 10.1111/j.1759-5436.2008.tb00472.x.

PONTE LIRA, Cristina *et al.* - Coastline evolution of Portuguese low-lying sandy coast in the last 50 years: an integrated approach. **Earth System Science Data**. . ISSN 1866-3508. 8:1 (2016) 265–278. doi: https://doi.org/10.5194/essd-8-265-2016.

POWELL, James Lawrence - Climate Scientists Virtually Unanimous: Anthropogenic Global Warming Is True. **Bulletin of Science, Technology & Society**. . ISSN 0270-4676. 35:5–6 (2015) 121–124. doi: 10.1177/0270467616634958.

PRASETYA, Gagar - The role of coastal forests and trees in protecting against coastal erosion. Em **Proceedings of the Regional Technical Workshop on Coastal Protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami:**

what role for forest and trees. Bangkok : FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. REGIONAL OFFICE FOR ASIA AND THE PACIFIC, 2007

PRESTON, Benjamin L. *et al.* - A Multi-Criteria Analysis of Coastal Adaptation Options for Local Government. **Prepared for the Sydney Coastal Councils Group by Oak Ridge National Laboratory and the University of the Sunshine Coast, Oak Ridge, Tennessee and Sippy Downs, Queensland.** 2013).

PRIEST, George R. - **Coastal Shoreline Change Study, Northern and Central Lincoln County, Oregon.** [S.l.] : State of Oregon, Department of Geology and Mineral Industries, 1997

PRUTSCH, A. *et al.* - **Methods and Tools for Adaptation to Climate Change. A Handbook for Provinces, Regions and Cities.** [Em linha]. Wien : Environment Agency Austria, 2014 [Consult. 26 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.klimawandelanpassung.at/fileadmin/inhalte/kwa/pdfs/HANDBUCH_EN.pdf>.

PRUTSCH, Andrea *et al.* - Guiding principles for adaptation to climate change in Europe. 2010) 32.

PSMSL - **PSMSL Data Coverage** [Em linha], atual. 2012. [Consult. 1 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.psmsl.org/products/data_coverage/>.

PSUTY, N. P. *et al.* - **Northeast Coastal and Barrier Network geomorphological monitoring protocol: part I—ocean shoreline position.** Fort Collins, Colorado : National Park Service, 1 Mar. 2010

QASIM, Said *et al.* - Risk perception of the people in the flood prone Khyber Pukhthunkhwa province of Pakistan. **International Journal of Disaster Risk Reduction.** . ISSN 22124209. 14:2015) 373–378. doi: 10.1016/j.ijdr.2015.09.001.

QUIVY, Raymond; VAN CAMPENHOUDT, Luc - Manual de investigação em ciências sociais. 1998).

RABBANI, Golam; RAHMAN, Atiq; MAINUDDIN, Khandaker - Salinity-induced loss and damage to farming households in coastal Bangladesh. **International Journal of Global Warming.** . ISSN 1758-2083, 1758-2091. 5:4 (2013) 400. doi: 10.1504/IJGW.2013.057284.

RAJU, D. Kumaran; SANTOSH, Kesari; CHANDRASEKAR, Jaganath - COASTLINE CHANGE MEASUREMENT AND GENERATING RISK MAP FOR THE COAST USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. Em

RAMM, Timothy David *et al.* - A review of methodologies applied in Australian practice to evaluate long-term coastal adaptation options. **Climate Risk Management.** . ISSN 2212-0963. 17:2017) 35–51. doi: 10.1016/j.crm.2017.06.005.

RANGER, Nicola; REEDER, Tim; LOWE, Jason - Addressing ‘deep’ uncertainty over long-term climate in major infrastructure projects: four innovations of the Thames Estuary 2100 Project. **EURO Journal on Decision Processes.** . ISSN 2193-9446. 1:3 (2013) 233–262. doi: 10.1007/s40070-013-0014-5.

REBERT, Jean-Paul - Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. 1982) 101.

REDELUSA - **Histórico** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 12 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.ealusofono.org/index.php/acerca-de/historico0>.

REEDER, Tim; RANGER, Nicola - How do you adapt in an uncertain world?: lessons from the Thames Estuary 2100 project. Em

REPÚBLICA DA GUINÉ-BISSAU - Comunicação Nacional Inicial da Guiné-Bissau sobre as Mudanças Climáticas. 2004).

REPÚBLICA DA GUINÉ-BISSAU - Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas. 2006).

REPÚBLICA DA GUINÉ-BISSAU - **GUINÉ-BISSAU 2025. PLANO ESTRATÉGICO E OPERACIONAL 2015-2020 “Terra Ranka”. DOCUMENTO II: RELATÓRIO FINAL.** [S.l.] : República da Guiné-Bissau, 2015

REPÚBLICA DA GUINÉ-BISSAU - **Terceira Comunicação Nacional: Relatório para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática.** Bissau : Ministério do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2018

REPUBLICA DA GUINÉ-BISSAU - **Sexto Relatório Nacional sobre a Diversidade Biológica da República da Guiné-Bissau** [Em linha]. Bissau : Secretaria de Estado do Ambiente. Republica da Guiné-Bissau, 2019 [Consult. 20 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/gw-nr-06-pt.pdf>.

RIETBROEK, Roelof *et al.* - Revisiting the contemporary sea-level budget on global and regional scales. **Proceedings of the National Academy of Sciences.** . ISSN 0027-8424, 1091-6490. 113:6 (2016) 1504–1509. doi: 10.1073/pnas.1519132113.

RIZZI, Kamilla R. - A instabilidade contínua na Guiné-Bissau. **A continuing instability in Guinea-Bissau.** . ISSN 15181219. 117 (2010) 23–26.

- ROBINSON, Stacy-Ann; DORNAN, Matthew - International financing for climate change adaptation in small island developing states. **Regional Environmental Change**. . ISSN 1436-3798, 1436-378X. 17:4 (2017) 1103–1115. doi: 10.1007/s10113-016-1085-1.
- ROHLING, E. J. *et al.* - Antarctic temperature and global sea level closely coupled over the past five glacial cycles. **Nature Geoscience**. . ISSN 1752-0894, 1752-0908. 2:7 (2009) 500–504. doi: 10.1038/ngeo557.
- RONCEREL, Annie BONNIN - **ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE RESPONDING TO COASTLINE CHANGE IN ITS HUMAN DIMENSIONS IN WEST AFRICA THROUGH INTEGRATED COASTAL AREA MANAGEMENT (ACCC)** [Em linha] Disponível em WWW:<URL:http://www.accc-africa.org/sites/default/files/documents/2012/09/17/accc_mid-term_evaluation_final.pdf>.
- ROSENZWEIG, Cynthia; SOLECKI, William - Hurricane Sandy and adaptation pathways in New York: Lessons from a first-responder city. **Global Environmental Change**. . ISSN 0959-3780. 28:2014) 395–408. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.05.003.
- RUCKERT, Kelsey L.; ODDO, Perry C.; KELLER, Klaus - Impacts of representing sea-level rise uncertainty on future flood risks: An example from San Francisco Bay. **PLOS ONE**. . ISSN 1932-6203. 12:3 (2017) e0174666. doi: 10.1371/journal.pone.0174666.
- SAFI, Ahmad Saleh; SMITH, William James; LIU, Zhongwei - Rural Nevada and Climate Change: Vulnerability, Beliefs, and Risk Perception. **Risk Analysis**. . ISSN 1539-6924. 32:6 (2012) 1041–1059. doi: 10.1111/j.1539-6924.2012.01836.x.
- SAHIN, Oz; MOHAMED, Sherif - A spatial temporal decision framework for adaptation to sea level rise. **Environmental Modelling & Software**. . ISSN 13648152. 46:2013) 129–141. doi: 10.1016/j.envsoft.2013.03.004.
- SAKAWI, Zaini; AWANG, Abd Hair - Local Knowledge of Coastal Community to Sea Level Rise and Climate Change. **European Journal of Multidisciplinary Studies**. 2:2 (2017) 128–136.
- SALGHUNA, N. N.; BHARATHVAJ, S. Aravind - Shoreline Change Analysis for Northern Part of the Coromandel Coast. **Aquatic Procedia**. . ISSN 2214241X. 4:2015) 317–324. doi: 10.1016/j.aqpro.2015.02.043.
- SANCHES, Ana Paula Rodrigues; CITTADINO, António; ARTUSO, Mário - Conversão de terras em solos urbanos, Bissau (Guiné-Bissau), 1989-1997. Análise pela salvaguarda de agricultura urbana e periurbana e pela segurança alimentar. **Centro Città del Terzo Mondo, Politecnico di Torino, Torino**. 2003).
- SANGREMAN, Carlos *et al.* - A evolução política recente na Guiné-Bissau: as eleições presidenciais de 2005, os conflitos, o desenvolvimento, a sociedade civil. 2006).
- SANTOS, F. D.; MIRANDA, P. (EDS.) - **Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação-Projecto SIAM II**. Lisboa : Gradiva, 2006
- SANTOS, Filipe Duarte *et al.* (EDS.) - **Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança**. Lisboa : Gráfica Maiadouro, 2017. ISBN 978-989-99962-1-2.
- SARKAR, Sujahangir Kabir *et al.* - Impacts of and Adaptations to Sea Level Rise in Malaysia. **Asian Journal of Water, Environment and Pollution**. Vol. 11:2 (2014) 29–36.
- SCBD - **Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: report of the second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change**. Technical Series No. 41. [Em linha]. Montreal : Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009 [Consult. 10 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.deslibris.ca/ID/242849>.
- SCHAEFFER, Michiel *et al.* - Long-term sea-level rise implied by 1.5 °C and 2 °C warming levels. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 2:12 (2012) 867–870. doi: 10.1038/nclimate1584.
- SCHAUSER, Inke *et al.* - Explore potential climate change impacts and vulnerabilities and identify priority concerns. Em **Climate Change Adaptation Manual: lessons learned from European and other industrialised countries**. 1. ed. London, UK : CPI Group, 2014. ISBN 978-0-415-63040-5
- SCHAUSER, Inke *et al.* - Guiding principles for good adaptation and structure of this book. Em **Climate Change Adaptation Manual: lessons learned from European and other industrialised countries**. 1. ed. London, UK : CPI Group, 2014. ISBN 978-0-415-63040-5. p. 3–6.
- SCHMID, Keil; HADLEY, Brian; WATERS, Kirk - Mapping and Portraying Inundation Uncertainty of Bathtub-Type Models. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208. 30:3 (2014) 548–561. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-13-00118.1.
- SCHMIDT, Anke; STRIEGNITZ, Meinfried; KUHN, Katina - Integrating regional perceptions into climate change adaptation: a transdisciplinary case study from Germany's North Sea Coast. **Regional Environmental Change**. . ISSN 1436-3798, 1436-378X. 14:6 (2014) 2105–2114. doi: 10.1007/s10113-012-0338-x.

SCHMIDT, Luísa *et al.* - Mudanças climáticas e económicas na costa portuguesa: percepções das comunidades, justiça social e democratização. Em **VII Congresso Português de Sociologia " Sociedade, Crise e Reconfigurações"**. [S.l.] : APS. Associação Portuguesa de Sociologia, 2012

SCHMIDT, Luísa *et al.* - Are we all on the same boat? The challenge of adaptation facing Portuguese coastal communities: Risk perception, trust-building and genuine participation. **Land Use Policy**. . ISSN 0264-8377. 38:2014) 355–365. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.11.008.

SCHNEIDER, Stephen - The worst-case scenario. **Nature**. . ISSN 1476-4687. 458:7242 (2009) 1104–1105. doi: 10.1038/4581104a.

SCUSSOLINI, Paolo *et al.* - Adaptation to Sea Level Rise: A Multidisciplinary Analysis for Ho Chi Minh City, Vietnam. **Water Resources Research**. . ISSN 00431397. 53:12 (2017) 10841–10857. doi: 10.1002/2017WR021344.

SDGCA; SDSN - **Africa SDG Index and Dashboards Report 2019** [Em linha]. [S.l.] : The Sustainable Development Goals Center for Africa /The Sustainable Development Solutions Network, 2019 [Consult. 13 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://sdgcafrica.org/wp-content/uploads/2019/06/SDGS_INDEX_REPORT_2019WEB.pdf>.

SEENATH, Avidesh; WILSON, Matthew; MILLER, Keith - Hydrodynamic versus GIS modelling for coastal flood vulnerability assessment: Which is better for guiding coastal management? **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 120:2016) 99–109. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.11.019.

SHACKLETON, Sheona *et al.* - Why is socially-just climate change adaptation in sub-Saharan Africa so challenging? A review of barriers identified from empirical cases. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**. . ISSN 1757-7799. 6:3 (2015) 321–344. doi: 10.1002/wcc.335.

SHEPARD, Christine C. *et al.* - Assessing future risk: quantifying the effects of sea level rise on storm surge risk for the southern shores of Long Island, New York. **Natural Hazards**. . ISSN 0921-030X, 1573-0840. 60:2 (2012) 727–745. doi: 10.1007/s11069-011-0046-8.

SHERMAN, Mya H.; FORD, James - Stakeholder engagement in adaptation interventions: an evaluation of projects in developing nations. **Climate Policy**. . ISSN 1469-3062, 1752-7457. 14:3 (2014) 417–441. doi: 10.1080/14693062.2014.859501.

SHIN, Bumshick; KIM, Kyuhan - Estimation of Shoreline Change Using High Resolution Images. **Procedia Engineering**. . ISSN 18777058. 116:2015) 994–1001. doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.391.

SLANGEN, A. B. A. *et al.* - Projecting twenty-first century regional sea-level changes. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 124:1–2 (2014) 317–332. doi: 10.1007/s10584-014-1080-9.

SMIT, Barry; WANDEL, Johanna - Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change**. . ISSN 09593780. 16:3 (2006) 282–292. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008.

SMITH, George L.; ZARILLO, Gary A. - Calculating Long-Term Shoreline Recession Rates Using Aerial Photographic and Beach Profiling Techniques | Journal of Coastal Research. **Journal of Coastal research**. 6:1 (1990) 111–120.

SMITH, J. B.; RAGLAND, S. E.; PITTS, G. J. - A Process for Evaluating Anticipatory Adaptation Measures for Climate Change. Em ERDA, LIN *et al.* (Eds.) - **Climate Change Vulnerability and Adaptation in Asia and the Pacific** [Em linha]. Dordrecht : Springer Netherlands, 1996 [Consult. 19 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-1053-4_21>. ISBN 978-90-481-4745-8. p. 229–238.

SMITH, Tim; LEITCH, Anne; THOMSEN, Dana - **Community Engagement. CoastAdapt Information Manual 9**, [Em linha]. Gold Coast : National Climate Change Adaptation Research Facility, 2016 [Consult. 28 set. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.nccarf.edu.au/sites/default/files/tool_downloads/IM_9_community%20engagement_uploaded.pdf>.

SOUSA, Adélia *et al.* - Remote Sensing and Digital Databases to Recovery Terrestrial Boundaries in West Africa – Cape Roxo Region. 2015) 15.

SOUZA FILHO, Pedro Walfir M.; FARIAS MARTINS, Elaine Do Socorro; DA COSTA, Francisco Ribeiro - Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Bragança macrotidal flat, Brazilian Amazon: A remote sensing data approach. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 49:7–8 (2006) 462–475. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2006.04.005.

SPENCE, A. *et al.* - Perceptions of climate change and willingness to save energy related to flood experience. **Nature Climate Change**. . ISSN 1758-678X, 1758-6798. 1:1 (2011) 46–49. doi: 10.1038/nclimate1059.

STAMMER, Detlef *et al.* - Causes for Contemporary Regional Sea Level Changes. **Annual Review of Marine Science**. 5:1 (2013) 21–46. doi: 10.1146/annurev-marine-121211-172406.

- STEPHENS, S. A.; BELL, R. G. - **Review of Nelson City minimum ground level requirements in relation to coastal inundation and sea-level rise** [Em linha]. Hamilton, New Zealand : National Institut of Water and Atmospheric Research Ltd, 2009 (Relatório n.NIWA Client Report: HAM2009-124). [Consult. 3 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://envirolink.govt.nz/assets/Envirolink/731-NLCC41-Review-of-Nelson-City-minimum-ground-level-requirements-in-relation-to-coastal-inundation-and-sea-level-rise.pdf>.>
- STERVINO, Vincent *et al.* - La perception des changements environnementaux : le cas de la collectivité côtière de Shippagan (Nouveau-Brunswick, Canada). **Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement**. . ISSN 1492-8442. Volume 13 Numéro 1 (2013). doi: 10.4000/vertigo.13482.
- STOCKDON, Hilary F. *et al.* - Estimation of shoreline position and change using airborne topographic lidar data. **Journal of Coastal Research**. 2002) 502–513.
- STOCKER, Thomas F. *et al.* (EDS.) - Summary for Policymakers. Em **Climate change 2013: the physical science basis Contribution of the Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, UK; New York, US : Cambridge University Press, 2013. ISBN 978-92-9169-138-8
- STOJANOV, Robert *et al.* - Local perceptions of climate change impacts and migration patterns in Malé, Maldives. **The Geographical Journal**. . ISSN 00167398. 183:4 (2017) 370–385. doi: 10.1111/geoj.12177.
- STRAUSS, Benjamin H. *et al.* - Tidally adjusted estimates of topographic vulnerability to sea level rise and flooding for the contiguous United States. **Environmental Research Letters**. . ISSN 1748-9326. 7:1 (2012) 014033. doi: 10.1088/1748-9326/7/1/014033.
- SWEET, William V. Kopp *et al.* - **Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States** [Em linha] [Consult. 22 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20180001857>.>
- SYVITSKI, James P. M. *et al.* - Sinking deltas due to human activities. **Nature Geoscience**. . ISSN 1752-0894, 1752-0908. 2:10 (2009) 681–686. doi: 10.1038/ngeo629.
- TADONO, T. *et al.* - GENERATION OF THE 30 M-MESH GLOBAL DIGITAL SURFACE MODEL BY ALOS PRISM. **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. . ISSN 2194-9034. XLI-B4:2016) 157–162. doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B4-157-2016.
- TALKE, S. A.; KEMP, A. C.; WOODRUFF, J. - **Relative Sea Level, Tides, and Extreme Water Levels in Boston Harbor From 1825 to 2018** [Em linha], atual. 1 jun. 2018. [Consult. 1 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2017JC013645>.>
- TANYANYIWA, Vincent Itai; KANYEPI, Tarisai - Mixed Methods Research Strategies in Climate Change Adaptation in Mt Darwin District, Zimbabwe. 4:9 (2015) 10.
- TEIXEIRA, A. J. Silva - **Os solos da Guiné Portuguesa: carta geral, características, formação e utilização**. Estudos, Ensaios e Documentos. . Lisboa : Junta de Investigação do Ultramar, 1962
- TEKA, Oscar *et al.* - An assessment of climate variation risks on agricultural production: Perceptions and adaptation options in Benin. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**. . ISSN 1756-8692. 5:2 (2013) 166–180. doi: 10.1108/17568691311327578.
- TEKA, Oscar; VOGT, Joachim - Social perception of natural risks by local residents in developing countries—The example of the coastal area of Benin. **The Social Science Journal**. . ISSN 03623319. 47:1 (2010) 215–224. doi: 10.1016/j.soscij.2009.07.005.
- TENG, J. *et al.* - Rapid Inundation Modelling in Large Floodplains Using LiDAR DEM. **Water Resources Management**. . ISSN 1573-1650. 29:8 (2015) 2619–2636. doi: 10.1007/s11269-015-0960-8.
- TENG, J. *et al.* - Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. **Environmental Modelling & Software**. . ISSN 1364-8152. 90:2017) 201–216. doi: 10.1016/j.envsoft.2017.01.006.
- THIELER, E. Robert *et al.* - **The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change**. [S.l.] : US Geological Survey, 2009
- THIELERT, E. Robert; DANFORTH, William W. - Historical Shoreline Mapping (II): Application of the Digital Shoreline Mapping and Analysis Systems (DSMSjDSAS) to Shoreline Change Mapping in Puerto Rico. **Journal of Coastal Research**. 10:1994) 21.
- THOMAS, Y. F.; ELMOUSTAPHA, S. A. - La hauteur significative des vagues en afrique de l'ouest, observation par altimétrie radar. 43:1 (2007) 25–32.
- THUMERER, T.; JONES, A. P.; BROWN, D. - A GIS based coastal management system for climate change associated flood risk assessment on the east coast of England. **International Journal of Geographical Information Science**. . ISSN 1365-8816, 1362-3087. 14:3 (2000) 265–281. doi: 10.1080/136588100240840.

TITUS, James G. - SEA LEVEL RISE AND THE MARYLAND COAST. Em **Potential Impacts of Sea Level Rise on the Beach at Ocean City, Maryland**. Washington, DC, USA : U.S. Environmental Protection Agency, 1985. ISBN EPA 230-10-85-013

TOL, Richard S. J. *et al.* - Adaptation to Five Metres of Sea Level Rise. **Journal of Risk Research**. . ISSN 1366-9877, 1466-4461. 9:5 (2006) 467–482. doi: 10.1080/13669870600717632.

TOL, Richard S. J.; KLEIN, Richard J. T.; NICHOLLS, Robert J. - Towards Successful Adaptation to Sea-Level Rise along Europe's Coasts. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208, 1551-5036. 242:2008) 432–442. doi: 10.2112/07A-0016.1.

TRAN THI, V. *et al.* - Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam. **Biogeosciences**. . ISSN 1726-4189. 11:14 (2014) 3781–3795. doi: 10.5194/bg-11-3781-2014.

TRÉPANIER, I.; DUBOIS, J. M. M.; BONN, F. - Suivi de l'évolution du trait de cote a partir d'images HRV (XS) de SPOT: Application au delta du fleuve Rouge, Viet-nam. **International Journal of Remote Sensing**. . ISSN 0143-1161, 1366-5901. 23:5 (2002) 917–937. doi: 10.1080/01431160110070348.

TURNER, Ian L. *et al.* - A multi-decade dataset of monthly beach profile surveys and inshore wave forcing at Narrabeen, Australia. **Scientific Data**. . ISSN 2052-4463. 3:2016) 160024. doi: 10.1038/sdata.2016.24.

U. S. EPA - **Public Participation Guide: Introduction to the Public Participation Toolkit** [Em linha]. [S.l.] : United States Environmental Protection Agency, 2014 [Consult. 6 set. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/ppg_english_full-2.pdf>.

UEMOA, Union Economique Et Monétaire Ouest Africaine - Etude régionale pour le suivi du trait de côte et l'élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'Ouest. 2010).

UICN; MDRA - **Planificação costeira: Guiné-Bissau**¹ Fase. . Bissau : Gabinete de Planificação Costeira, 1992

UN GENERAL ASSEMBLY - **Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction** [Em linha]. New York, USA : United Nations General Assembly, 2016 [Consult. 7 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/51748>>.

UNCCS - **Various approaches to long-term adaptation planning** Adaptation Committee [Em linha], atual. 2019. [Consult. 4 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/variousapproaches%20.pdf>>.

UNECA - **Climate change in the African small island developing states: from vulnerability to resilience - the paradox of the small** [Em linha] [Consult. 7 out. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<http://repository.uneca.org/handle/10855/22515>>.

UNEP - **Managing climate change hazards in coastal areas: The Coastal Hazard Wheel decision-support system**. [S.l.] : UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2016

UNESCO/COI - Guia de opções de adaptação a atenção dos decisores locais: guia para tomada de decisões de forma a lidar com as mudanças costeiras na Africa Ocidental. 2012).

UNFCCC - **Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011** [Em linha]. Durbann S : United Nations Framework Convention on Climate Change (, 2012 [Consult. 16 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf>>.

UNFCCC - **National Adaptation Plans: technical guidelines for the national adaptation plan process** [Em linha]. Bonn, Germany : United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012 [Consult. 19 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://unfccc.int/files/adaptation/cancun_adaptation_framework/application/pdf/naptechguidelines_eng_high_res.pdf>.

UNFCCC - National Adaptation Plans 2018: Progress in the process to formulate and implement National Adaptation Plans. 2018).

UNISDR - **Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment - Governance System, Methodologies, and Use of Results** [Em linha]. [S.l.] : United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2017 [Consult. 7 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/52828>>.

UNITED NATIONS - **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development** [Em linha]. [S.l.] : World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987 (Relatório n.A/42/427). [Consult. 7 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.are.admin.ch/are/en/home/sustainable-development/international-cooperation/2030agenda/un_-milestones-in-sustainable-development/1987--brundtland-report.html>.

UNITED NATIONS - **Rio Declaration on Environment and Development** [Em linha]. Rio de Janeiro : The United Nations Conference on Environment and Development, 1992 (Relatório n.A/CONF.151/26 (Vol. I)). [Consult. 9 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf>.

UNITED NATIONS (ED.) - **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. Em **A New Era in Global Health** [Em linha]. New York, NY : Springer Publishing Company, 2015 [Consult. 6 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://connect.springerpub.com/lookup/doi/10.1891/9780826190123.ap02>. ISBN 978-0-8261-9011-6

UNITED NATIONS - **Paris Agreement** [Em linha] [Consult. 6 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf>.

UNRIC - **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 9 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>.

USAID - **Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners** [Em linha]. Washington, DC : US Agency for International Development, 2009 [Consult. 1 jul. 2016]. Disponível em WWW:<URL:https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/downloads/usa_id_adapting_to_coastal_climate_change_-_a_guidebook_for_development_planners.pdf>.

VAFAEE, Fereydon; HARATI, Seyed Amir Naser; SABBAGHIAN, Hosein - Investigation of Coastal Inundation Due to a Rise in Sea Level (Temporary and Permanent). **Polish Journal of Environmental Studies**. 21:1 (2012).

VAN DEN HOVE, Sybille - Participatory approaches to environmental policy-making: the European Commission Climate Policy Process as a case study. **Ecological Economics**. . ISSN 09218009. 33:3 (2000) 457–472. doi: 10.1016/S0921-8009(99)00165-2.

VAN IERLAND, Ekko C.; DE BRUIN, Karianne; DELLINK, R. B. - Priorisation of adaptation options for the netherlands: a Multi-Criteria Analysis. Em **Climate Change Adaptation Manual: Lessons learned from European and other industrialised countries**. 1. ed. London, UK : CPI Group, 2014. ISBN 978-0-415-63040-5

VAN VUUREN, Detlef P. *et al.* - The representative concentration pathways: an overview. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 109:1–2 (2011) 5–31. doi: 10.1007/s10584-011-0148-z.

VAUGHAN, David G. - West Antarctic Ice Sheet collapse – the fall and rise of a paradigm. **Climatic Change**. . ISSN 1573-1480. 91:1 (2008) 65–79. doi: 10.1007/s10584-008-9448-3.

VEIGA, Luciana; GONDIM, Sônia Maria Guedes - A utilização de métodos qualitativos na Ciência Política e no Marketing Político. **Opinião Pública**. . ISSN 0104-6276. 7:1 (2001) 1–15. doi: 10.1590/S0104-62762001000100001.

VELLINGA, Pier; LEATHERMAN, Stephen P. - Sea level rise, consequences and policies. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009, 1573-1480. 15:1–2 (1989) 175–189. doi: 10.1007/BF00138851.

VERHEGGEN, Bart *et al.* - Scientists' Views about Attribution of Global Warming. **Environmental Science & Technology**. . ISSN 0013-936X. 48:16 (2014) 8963–8971. doi: 10.1021/es501998e.

VIGNOLA, Raffaele *et al.* - Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: Definitions, opportunities and constraints. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. . ISSN 0167-8809. 211:(2015) 126–132. doi: 10.1016/j.agee.2015.05.013.

VITOUSEK, Sean *et al.* - Doubling of coastal flooding frequency within decades due to sea-level rise. **Scientific Reports**. . ISSN 2045-2322. 7:1 (2017). doi: 10.1038/s41598-017-01362-7.

VIZINHO, André *et al.* - SWAP – Planeamento Participativo da Adaptação Costeira às Alterações Climáticas. **Revista de Gestão Costeira Integrada**. . ISSN 16468872. 17:2 (2017) 99–116. doi: 10.5894/rgci-n48.

WADEY, Matthew P. *et al.* - Coastal flood analysis and visualisation for a small town. **Ocean & Coastal Management**. . ISSN 09645691. 116:(2015) 237–247. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.07.028.

WALKER, Gordon; BURNINGHAM, Kate - Flood risk, vulnerability and environmental justice: Evidence and evaluation of inequality in a UK context. **Critical Social Policy**. . ISSN 0261-0183, 1461-703X. 31:2 (2011) 216–240. doi: 10.1177/0261018310396149.

WALKER, Warren E.; HAASNOOT, Marjolijn; KWAKKEL, Jan H. - Adapt or Perish: A Review of Planning Approaches for Adaptation under Deep Uncertainty. **Sustainability**. 5:3 (2013) 955–979. doi: 10.3390/su5030955.

WALSH, K. J. E. *et al.* - Using Sea Level Rise Projections for Urban Planning in Australia. **Journal of Coastal Research**. . ISSN 0749-0208, 1551-5036. 202:2004) 586–598. doi: 10.2112/1551-5036(2004)020[0586:USLRPF]2.0.CO;2.

WARREN-MYERS, Georgia *et al.* - Estimating the Potential Risks of Sea Level Rise for Public and Private Property Ownership, Occupation and Management. **Risks**. . ISSN 2227-9091. 6:2 (2018) 37. doi: 10.3390/risks6020037.

WESSEL, Birgit - **TanDEM-X Ground Segment – DEM Products Specification Document** [Em linha]. Oberpfaffenhofen, Germany : EOC, DLR, 2018 Disponível em WWW:<URL:https://tandemx-science.dlr.de/>.

WILLOWS, Robert *et al.* - **Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making. UKCIP Technical Report**. [S.l.] : UK Climate Impacts Programme, 2003

WILLOWS, Robert; CONNELL, Richenda K. (EDS.) - **Climate adaptation: risk, uncertainty and decision-making**. Oxford : UK Climate Impacts Programme, 2003. ISBN 978-0-9544830-0-5.

WONG, Poh Poh *et al.* - Coastal systems and low-lying areas. Em **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Em linha]. Cambridge, UK ; New York, USA : Cambridge University Press, 2014 [Consult. 9 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap5_FINAL.pdf>. p. 361–409.

WOODWORTH, PI; AMAN, A.; AARUP, T. - Sea level monitoring in Africa. **African Journal of Marine Science**. . ISSN 1814-232X, 1814-2338. 29:3 (2007) 321–330. doi: 10.2989/AJMS.2007.29.3.2.332.

WORLD BANK - Guide to Climate Change Adaptation in Cities. 2011).

WORLD BANK - **Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience**. [Em linha]. Washington, DC: : World Bank, 2013 [Consult. 6 jun. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://documents.worldbank.org/curated/en/975911468163736818/pdf/784240WP0Full00D0CONF0to0June19090L.pdf>.

WORLD BANK - **Turn down the heat: confronting the new climate normal**. [Em linha]. Washington, D.C. : The World Bank, 2014 [Consult. 14 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/978-1-4648-0437-3>. ISBN 978-1-4648-0437-3.

WU, Sy; YARNAL, B.; FISHER, A. - Vulnerability of coastal communities to sea-level rise: a case study of Cape May County, New Jersey, USA. **Climate Research**. . ISSN 0936-577X, 1616-1572. 22:2002) 255–270. doi: 10.3354/cr022255.

YARO, Joseph Awetori - The perception of and adaptation to climate variability/change in Ghana by small-scale and commercial farmers. **Regional Environmental Change**. . ISSN 1436-378X. 13:6 (2013) 1259–1272. doi: 10.1007/s10113-013-0443-5.

YIN, Y.; HUANG, Y. F.; HUANG, G. H. - An Integrated Approach for Evaluating Adaptation Options to Reduce Climate Change Vulnerability in Coastal Region of the Georgia Basin. **Annals of GIS**. . ISSN 1947-5683, 1947-5691. 8:2 (2002) 86–96. doi: 10.1080/10824000209480577.

YOHE, Gary; LEICHENKO, Robin - Chapter 2: Adopting a risk-based approach: Ch 2. Adopting a risk-based approach. **Annals of the New York Academy of Sciences**. . ISSN 00778923. 1196:1 (2010) 29–40. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.05310.x.

YOHE, Gary W. *et al.* - Perspectives on climate change and sustainability. Em **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2007. p. 811–841.

ZANDVOORT, Mark *et al.* - Adaptation pathways in planning for uncertain climate change: Applications in Portugal, the Czech Republic and the Netherlands. **Environmental Science & Policy**. . ISSN 1462-9011. 78:2017) 18–26. doi: 10.1016/j.envsci.2017.08.017.

ZARILLO, Gary A.; KELLEY, Justin; LARSON, Vickie - A GIS Based Tool for Extracting Shoreline Positions from Aerial Imagery (BeachTools) Revised. 2008) 15.

ZHANG, Keqi; DOUGLAS, Bruce C.; LEATHERMAN, Stephen P. - Global Warming and Coastal Erosion. **Climatic Change**. . ISSN 0165-0009. 64:1/2 (2004) 41–58. doi: 10.1023/B:CLIM.0000024690.32682.48.

ZHANG, Xiaoping *et al.* - Evaluation of Coastline Changes under Human Intervention Using Multi-Temporal High-Resolution Images: A Case Study of the Zhoushan Islands, China. **Remote Sensing**. 6:10 (2014) 9930–9950. doi: 10.3390/rs6109930.

ZHU, X.; LINHAM, M. M.; NICHOLLS, R. J. - **Technologies for climate change adaptation. Coastal erosion and flooding**. ISBN 978-87-550-3855-4.

ZVIELY, Dov *et al.* - Shoreline migration and beach-nearshore sand balance over the last 200 years in Haifa Bay (SE Mediterranean). **Geo-Marine Letters**. . ISSN 0276-0460, 1432-1157. 29:2 (2009) 93–110. doi: 10.1007/s00367-008-0126-2.

Anexos

Anexo 1 – Glossário

Nota: Algumas definições longas como as do IPCC (Agard e Schipper, 2014; Matthews, 2018; Planton, 2013) e do PNUD (Lim et al., 2005) foram encurtadas ou modificadas.

Adaptação: processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação visa moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e aos seus efeitos (Agard e Schipper, 2014).

Aerossol: suspensão de partículas sólidas ou líquidas transportadas pelo ar, com um tamanho típico entre alguns nanómetros e 10 µm que residem na atmosfera durante, pelo menos, várias horas (Planton, 2013).

Alteração do nível do mar: elevação do nível do mar ou queda do nível do mar devido à alteração do volume do oceano resultante da alteração da massa e densidade da água do oceano, campos gravitacional e rotacional da terra e/ou movimento vertical da terra (adaptado de Matthews, 2018).

Alterações climáticas: referem-se a uma alteração no estado do clima que pode ser identificada através de alterações na média e/ou na variabilidade das suas propriedades e que persiste durante um longo período de tempo, tipicamente décadas ou mais (Agard e Schipper, 2014).

Amplitude da maré: diferença entre as alturas da preia-mar e baixa-mar (Antunes, 2019).

Aquecimento global: aumento estimado da temperatura média global da superfície calculada durante um período de 30 anos, ou o período de 30 anos centrado num determinado ano ou década, expresso em relação aos níveis pré-industriais, a menos que especificado de outra forma (Matthews, 2018)

Barreira de adaptação: qualquer tipo de desafio ou restrição que pode retardar ou interromper o progresso na adaptação, mas que pode ser superado com um esforço conjunto ((NCCARF, 2018).

Capacidade de adaptação: habilidade de comunidades para se adaptarem a possíveis danos, aproveitar as oportunidades, ou responder as consequências das alterações climáticas é conhecida (Matthews, 2018).

Cenário climático: representação plausível e muitas vezes simplificada do clima futuro, com base num conjunto internamente consistente de relações climatológicas que foi construído para utilização explícita na investigação das potenciais consequências das alterações climáticas antropogénicas, muitas vezes servindo como entrada para afetar os modelos (Planton, 2013).

Cenário de emissão: representação plausível do futuro desenvolvimento das emissões de substâncias que são potencialmente ativas radiativamente (por exemplo, gases de efeito de estufa, aerossóis) com base num conjunto de pressupostos coerente e internamente consistente sobre as forças impulsionadoras (como o desenvolvimento demográfico e socioeconómico, alterações tecnológicas) e as suas principais relações (Planton, 2013).

Cenário: descrição plausível de como o futuro se pode desenvolver com base num conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre as principais forças motrizes (por exemplo, a taxa de alteração tecnológica, os preços) e relações (Planton, 2013).

Clima: em sentido restrito, e geralmente definido como o tempo médio, ou mais rigorosamente, como a descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes ao longo de um período de tempo que varia de meses a milhares ou milhões de anos.

Desenvolvimento sustentável: desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (United Nations, 1987).

El Niño - Oscilação Austral (ENSO): o termo El Niño foi inicialmente utilizado para descrever uma corrente de água quente que flui periodicamente ao longo da costa do Equador e do Peru, perturbando a pesca local. Desde então, ficou identificado como um aquecimento de toda a bacia do Oceano Pacífico tropical a leste da linha da data. Este evento oceânico está associado a uma flutuação de um padrão de pressão da superfície tropical e subtropical a escala global chamado Oscilação Austral. Ocorre em escalas temporais preferenciais de dois a cerca de sete anos (Planton, 2013).

Erosão: tendência de longo prazo de recuo da linha de costa e / ou perda de volume de areia da praia ao longo de várias décadas (Bell, Hume e Hicks, 2001).

Estratégia de adaptação: refere-se a um plano de ação geral para lidar com os impactos das alterações climáticas, incluindo variabilidade a e extremos climáticos. Pode incluir uma combinação de políticas e medidas, selecionadas para atender ao objetivo geral de reduzir a vulnerabilidade do país (Lim et al., 2005).

Expansão térmica: refere-se ao aumento do volume (e diminuição da intensidade) que resulta do aquecimento da água. Um aquecimento do oceano leva a uma expansão do volume do oceano e, conseqüentemente, a um aumento no nível do mar (Planton, 2013).

Exposição: A presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestruturas ou bens econômicos, sociais ou culturais em locais e cenários que poderiam ser afetados adversamente (Agard e Schipper, 2014).

Forçamento radiativo: alteração no fluxo radiativo líquido (expresso em $W\ m^{-2}$), descendente menos ascendente, na tropopausa ou na parte superior da atmosfera devido a uma alteração num impulsor externo da alteração climática, como, por exemplo, uma alteração na concentração de dióxido de carbono ou da radiação solar (Planton, 2013).

Gás de efeito de estufa: Os gases de efeito de estufa são os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogênicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação terrestre emitida pela superfície da Terra, a própria atmosfera e pelas nuvens (Planton, 2013).

Impactos: Efeitos nos sistemas naturais e humanos. No contexto das alterações climáticas, o termo impactos é utilizado principalmente para fazer referência aos efeitos das condições climáticas e eventos climáticos extremos e das alterações climáticas nos sistemas natural e humano (Agard e Schipper, 2014).

Incerteza: um estado de conhecimento incompleto que pode resultar da falta de informações ou de desacordo sobre o que é conhecido ou até conhecível. Pode ter muitos tipos de fontes, desde imprecisão nos dados a conceitos ou terminologia ambigüamente definidos, ou projeções incertas do comportamento humano (Agard e Schipper, 2014).

Inundação costeira: submersão permanente ou episódica da faixa costeira pela água marinha (adaptado de Gornitz, 1991).

Maré astronômica: é a variação periódica do nível das águas, devida à atração exercida pelo Sol e pela Lua sobre a Terra, cujas periodicidades são rigorosamente conhecidas (Instituto Hidrográfico, 2015).

Maré equinocial: maré que ocorre nos períodos de equinócio, em Março e em Setembro, quando o Sol cruza o plano equatorial terrestre. Nestas ocasiões a amplitude da maré é máxima (APRH, 2019).

Maré semidiurna: regime de maré com periodicidade de cerca de 12,42 horas (meio dia lunar), caracterizado por duas preia-mares e duas baixa-mares em cada período ou ciclo de maré, ou seja, em cada dia lunar (24 horas e 50 minutos) (APRH, 2019).

Marégrafo: aparelho numa localização costeira ou em alto mar que mede continuamente o nível do mar em relação as terras adjacentes (Planton, 2013).

Marés mortas (ou águas mortas): são as marés de amplitude mais reduzida que ocorrem próximo das situações de Quarto Crescente ou Quarto Minguante, quando as forças atrativas devidas ao Sol e à Lua se cancelam mutuamente (Instituto Hidrográfico, 2015).

Marés vivas (ou águas vivas): são as marés de maior amplitude que ocorrem próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia, quando as forças atrativas devidas ao Sol e à Lua se reforçam mutuamente (Instituto Hidrográfico, 2015).

Medidas de adaptação: intervenções apropriadas para responder à necessidade de adaptação às alterações climáticas. Medidas específicas podem incluir ações que promovam a direção política escolhida, como a criação de um programa de sensibilização (adaptado de Lim et al., 2005)

Mitigação: intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de gases de efeito de estufa (Planton, 2013).

Nível médio do mar: nível da superfície do oceano num determinado ponto calculado ao longo de um período prolongado de tempo, como um mês ou um ano (Planton, 2013).

Nível relativo do mar: nível do mar medido por um marégrafo em relação a terra em que se situa (Planton, 2013).

Opções de adaptação: série de estratégias e medidas disponíveis e adequadas para atender às necessidades de adaptação. Incluem um amplo leque de ações que podem ser categorizadas como estruturais, institucionais ou sociais (Agard e Schipper, 2014).

Oportunidade de adaptação: fatores que facilitam o planeamento e a implementação de ações de adaptação, que expandem as opções de adaptação, ou que fornecem co-benefícios suplementares (Agard e Schipper, 2014).

Perigo: a ocorrência potencial de um evento físico ou o efeito de uma tendência natural ou induzida pelo homem ou impactos seus físicos (Agard e Schipper, 2014).

Políticas de adaptação: de um modo geral, referem-se a objetivos, juntamente com os meios de implementação para responder a necessidade de adaptação. Um objetivo de política pode ser traçado a partir das metas gerais de política do país, por exemplo (adaptado de Lim et al., 2005).

Preia-mar máxima: nível da maré astronómica mais alta. É a altura de água máxima que se prevê que possa ocorrer devida à maré astronómica (Instituto Hidrográfico, 2015).

Preia-mar: nível máximo atingido pelas águas no fim da enchente (Antunes, 2019).

Projeção climática: a resposta simulada do sistema climático a um cenário de futuras emissões ou concentração de gases de estufa e aerossóis, geralmente derivada de modelos climáticos (Planton, 2013).

Resiliência: A capacidade dos sistemas sociais, económicos e ambientais de lidar com eventos perigosos ou tendências ou perturbações, respondendo ou reorganizando-se de formas que mantenham a sua função, identidade e estrutura essenciais, enquanto também mantêm a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação (Agard e Schipper, 2014).

Risco: potencial consequência adversa de um perigo relacionado ao clima ou de respostas de adaptação ou mitigação a tal perigo, em vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, bens económicos, sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistémicos) e infraestrutura (Matthews, 2018).

Sobreelevação meteorológica: aumento temporário, numa localidade específica, da altura do mar devido às condições meteorológicas extremas (baixa pressão atmosférica e / ou ventos fortes). A Sobreelevação meteorológica é definida como o excesso acima do nível esperado apenas a partir da variação das marés no momento e local (Agard e Schipper, 2014).

Sustentabilidade: processo dinâmico que garante a persistência de sistemas naturais e humanos de maneira equitativa (Agard e Schipper, 2014).

Uso do solo: refere-se ao total de arranjos, atividades e insumos realizados num determinado tipo de cobertura do solo (um conjunto de ações humanas). O termo uso solo também é usado no sentido dos propósitos sociais e económicos para os quais o solo é gerido (Matthews, 2018).

Vulnerabilidade: A propensão ou predisposição para ser afetado(a) negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos ou falta de capacidade para enfrentar ou se adaptar (Agard e Schipper, 2014).

Zero Hidrográfico: é a referência a partir da qual se define a Altura da Maré e é o plano de referência das profundidades indicadas (sondas) nas cartas náuticas (Antunes, 2019).

Zona costeira de baixa altitude: área contígua ao longo da costa com menos de 10 metros de altitude (Barbier, 2015).

Zona costeira: interface entre a terra e o mar, delineada como a parte da terra afetada pela sua proximidade com o mar, e a parte do mar afetada pela sua proximidade com a terra. Tipicamente com uma largura da ordem de 10-100 km (Mangor et al., 2017).

Referências

- AGARD, John; SCHIPPER, E. Lisa F. (EDS.) - Annex II - Glossary. Em AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Em linha] Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf>. p. 20.
- ANTUNES, Carlos - Glossário de Marés [Em linha], atual. 2019. [Consult. 11 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~cmantunes/hidrografia/hidro_termos.html>.
- APRH - Glossário de Gestão Costeira Integrada [Em linha], atual. 2019. [Consult. 11 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.aprh.pt/rgci/glossario/index.html>.
- BARBIER, Edward B. - Climate change impacts on rural poverty in low-elevation coastal zones. Estuarine, Coastal and Shelf Science. . ISSN 0272-7714. 165:2015) A1–A13. doi: 10.1016/j.ecss.2015.05.035.

BELL, R. G.; HUME, T. M.; HICKS, D. M. - Planning for climate change effects on coastal margins: a report prepared for the Ministry for the Environment as part of the New Zealand Climate Change Programme. Wellington, N.Z. : Ministry for the Environment, 2001. ISBN 978-0-478-24040-5.

GORNITZ, Vivien - Global coastal hazards from future sea level rise. *Global and Planetary Change*. 3:4 (1991) 379–398.

INSTITUTO HIDROGRÁFICO - Informação Suplementar sobre Marés. Em Tabela das Marés [Em linha]. Lisboa : [s.n.] [Consult. 11 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://horus.hidrografico.pt/content/produtos/tabelasmare/Tabelas_Mare_Vol2_Capitulo3_Suplementar_2016.pdf>.v. 2.

LIM, Bo et al. (EDS.) - Adaptation policy frameworks for climate change: developing strategies, policies, and measures [Em linha]. Cambridge, UK ; New York : Cambridge University Press, 2005 [Consult. 1 jul. 2017]. Disponível em WWW:<URL:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.452.9748&rep=rep1&type=pdf>>. ISBN 978-0-521-61760-4.

MANGOR, Karsten *et al.* - Shoreline management guidelines. **DHI** <https://www.dhigroup.com/marine-water/ebook-shoreline-management-guidelines>. 2017).

MATTHEWS, J. B. Robin (ED.) - SR15_AnnexI_Glossary.pdf. Em Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Em linha] Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf>.

NCCARF - Step 4: Assess options and prepare a plan | CoastAdapt [Em linha], atual. 2018. [Consult. 25 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://coastadapt.com.au/C-CADS/step-4-assess-options-and-risks>>.

PLANTON, Serge (ED.) - Annex II - Glossary. Em Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge ; New York : Cambridge University Press, 2013. p. 20.

UNITED NATIONS - Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development [Em linha]. [S.l.] : World Commission on Environment and Development. United Nations, 1987 (Relatório n.A/42/427). [Consult. 7 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.are.admin.ch/are/en/home/sustainable-development/international-cooperation/2030agenda/un-_milestones-in-sustainable-development/1987--brundtland-report.html>.

Anexo 2 – Questionário aplicado



Doutoramento em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

QUESTIONÁRIO À COMUNIDADE COSTEIRA E OUTROS INTERESSADOS

Área de estudo:

- ☐ Secção de Suzana
- ☐ Bubaque
- ☐ Bissau

Este questionário foi preparado por Morto Baiém Fandé, no âmbito da tese de doutoramento “Adaptação Sustentável às Alterações Climáticas: examinando estratégias para a zona costeira da Guiné-Bissau em cenários de elevação do nível do mar”, em desenvolvimento na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O objetivo do inquérito é analisar a perceção e respostas de comunidades costeiras e *stakeholders* à elevação do nível médio do mar e seus impactos, especialmente a erosão costeira e inundações marítimas.

Os dados recolhidos destinam-se a ser trabalhados estatisticamente e em exclusivo no âmbito da tese.

Parte I – Conhecimento, impactos e vulnerabilidade às alterações climáticas e elevação do nível do mar

1. Qual a sua percepção sobre a alteração dos fenómenos abaixo, comparados com os últimos 10 ou 20 anos?

	Diminuiu	Não houve alteração	Aumentou	NS/NR
Duração do período chuvoso (início e fim das chuvas)				
Volume anual de chuva				
Temperatura				
Nível relativo do mar				
Erosão costeira				
Frequência de inundações marítimas				
Intensidade de inundações marítimas				
Intrusão de água salgada em água subterrânea e superficial				

2. Na sua opinião, qual é a origem das alterações climáticas e elevação do nível do mar (marque todas as que se apliquem)?

- ☐ fatores naturais (mudanças normais da natureza)
☐ fatores antrópicos (ação humana como a poluição atmosférica, desflorestação, etc.)
☐ Entes sobrenaturais (Deus ou *irã*).
☐ Outras causas: _____
☐ NS/NR

3. Indique em que medidas as atividades humanas a seguir afetam a dinâmica da linha de costa nesta área.

	Não afeta	Afeta pouco	Afeta moderadamente	Afeta muito	Afeta extremamente	NS/NR
Extração de areias litorais						
Extração de outros recursos minerais						
Construção (habitações, estradas, portos e pontes) em áreas baixas ou dunares vulneráveis						
Construção de barragens anti-sal (diques) em bolanhas						
Destruição de vegetação costeira (mangal etc) para agricultura e outros fins						
Outras						

4. Indique o nível em que os seguintes sectores na zona costeira são afetados por impactos da elevação do nível do mar, particularmente a erosão costeira e inundações marítimas.

	Não afetado	Pouco afetado	Moderadamente afetado	Muito afetado	Extremamente afetado	NS/NR
Turismo						
Pecuária						
Agricultura						
Pesca						
Habitações e infraestruturas (casas, estradas, pontes etc)						
Saúde humana						
Recursos hídricos						
Florestas						
Indústria e comércio						
Transporte						

5. Considera que uma futura elevação do nível do mar poderá alterar a vida de pessoas para positiva ou negativa?
☐ Positiva
☐ Negativa
☐ NS/NR

6. Tem conhecimento da existência do Programa de Ação Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas?
☐ Sim
☐ Não
☐ NS/NR

Parte II – Adaptação

7. Como tem sido a atuação dos atores abaixo no processo de adaptação à elevação do nível do mar, em particular inundações marítimas e erosão costeira resultantes?

	Não faz nada	Faz pouco	Faz suficiente	Faz muito	NS/NR
População local					
Pode público					
ONGs					
Setor privado/empresas					
Comunidade internacional					

8. Na sua opinião, que ator(es) deve(m) suportar os custos do processo de adaptação à elevação do nível do mar?

	Não deve assumir nenhum custo	Deve assumir parte dos custos	Deve assumir totalmente os custos	NS/NR
População local				
Poder público				
ONGs				
Setor privado/empresas				
Comunidade internacional				
Outros				

9. Indique a importância dos seguintes atores para impulsionar o processo de adaptação à elevação do nível do mar.

	Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Muito importante	Extremamente importante	NS/NR
População local						
Poder público						
ONGs						
Setor privado/empresas						
Comunidade internacional						
Investigadores/cientistas						
Media (rádio, televisão, jornal, etc)						
Entidades religiosas e chefes tradicionais						
Outras						

10. Mencione as medidas que já foram adotadas no passado ou estão em curso contra a erosão costeira e inundações marítimas.

11. Mencione medidas que na sua opinião deverão ser tomadas para se adaptar a uma futura elevação do nível do mar, em particular a erosão costeira e inundações marítimas resultantes?

12. Mencione até máximo de 4 obstáculos à implementação de potenciais medidas de adaptação à elevação do nível do mar, em particular a erosão costeira e inundações marítimas resultantes.

Dados do/a respondente

Sexo: () Masculino/() Feminino

Idade (anos): _____

Profissão/Ocupação: _____

Grau de escolaridade:

() Não frequentou escola

() Ensino Básico (1º a 6º ano)

() Ensino Secundário (7º a 12º ano)

() Bacharelato

() Licenciatura

() Mestrado

() Doutoramento

() Outro _____

Número de anos em que reside/frequenta a área de estudo: _____

Grupo *stakeholder*: () População local/ () Poder público/ () ONG/ () Setor privado/

() Investigador/cientista

Data de aplicação do inquérito: ____/____/2017

Anexo 3 – Tabelas com frequências e qui-quadrado de diferentes *stakeholders*

Tabela A: Opinião dos participantes sobre eventos relativos a alterações climáticas e elevação do nível do mar, nos últimos

10 a 20 anos, para cada um dos grupos populacionais. Valores descritos em percentagem. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 (a negrito na tabela) demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos um dos grupos. Legenda: DC – duração do período chuvoso; VC – volume anual de chuva; T – temperatura; NM – nível relativo do mar; EC – erosão costeira; FI – frequência de inundações marítimas; II – intensidade das inundações marítimas; IS – intrusão de água salgada em água superficial e subterrânea; PL – população local; PP – poder público; SP – setor privado/empresas; IN – investigadores/cientistas;

		Grupos					<i>p</i>
		PL	PP	ONG	SP	IN	
DC	Aumentou	4,20	0,00	7,10	0,00	16,70	0,840
	Não Alterou	5,20	6,30	7,10	0,00	16,70	
	Diminuiu	86,50	93,80	78,60	100,00	66,70	
	NS/NR	4,20	0,00	7,10	0,00	0,00	
VC	Aumentou	5,20	6,30	7,10	0,00	16,70	0,785
	Não Alterou	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Diminuiu	80,20	93,80	85,70	83,30	66,70	
	NS/NR	1,00	0,00	7,10	0,00	0,00	
T	Aumentou	81,30	93,80	92,90	83,30	83,30	0,535
	Não Alterou	9,40	6,30	0,00	16,70	16,70	
	Diminuiu	8,30	0,00	0,00	0,00	0,00	
	NS/NR	12,50	18,80	7,10	33,30	16,70	
NM	Aumentou	83,30	75,00	92,90	66,70	100,00	0,837
	Não Alterou	4,20	6,30	0,00	16,70	0,00	
	Diminuiu	5,20	0,00	7,10	16,70	0,00	
	NS/NR	12,50	18,80	7,10	33,30	16,70	
EC	Aumentou	83,30	75,00	92,90	66,70	100,00	0,743
	Não Alterou	4,20	6,30	0,00	16,70	0,00	
	Diminuiu	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00	
	NS/NR	8,30	18,80	7,10	16,70	0,00	
FI	Aumentou	72,90	56,30	78,60	66,70	33,30	0,202
	Não Alterou	11,50	12,50	0,00	33,30	16,70	
	Diminuiu	2,10	0,00	7,10	0,00	0,00	
	NS/NR	13,50	31,30	14,30	0,00	50,00	
II	Aumentou	66,70	56,30	71,40	50,00	33,30	0,117
	Não Alterou	9,40	0,00	0,00	33,30	0,00	
	Diminuiu	6,30	6,30	7,10	0,00	0,00	
	NS/NR	17,70	37,50	21,40	16,70	66,70	
IS	Aumentou	59,40	62,50	64,30	16,70	66,70	0,682
	Não Alterou	13,50	6,30	7,10	33,30	0,00	
	Diminuiu	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	NS/NR	26,00	31,30	28,60	50,00	33,30	

Tabela B: Opinião dos participantes sobre eventos relativos a alterações climáticas e elevação do nível do mar, nos últimos 10 a 20 anos, para diferentes valores de sexo, faixa etária, escolaridade e residência. Valores descritos em percentagem. Valores-p para o teste de independência do χ^2 com valores <0,05 (a negrito na tabela) demonstram uma diferença significativa nas respostas de pelo menos um dos grupos analisados.

Legenda: DC – duração do período chuvoso; VC – volume anual de chuva; T – temperatura; NM – nível relativo do mar; EC – erosão costeira; FI – frequência de inundações marítimas; II – intensidade das inundações marítimas; IS – intrusão de água salgada em água superficial e subterrânea. M – masculino; F – feminino; J – jovem (≤ 35); A – adulto (>35); NF – não frequentou; BS – ensino básico ou secundário; ES – ensino superior.

		Sexo		p-v	Idade		p-v	Escolaridade			p-v	Anos de residência			p-v
		M	F		J	A		NF	BS	ES		≤ 10	11-20	>20	
DC	Aumentou	2,00	10,30	0,127	6,00	2,80	0,347	9,10	4,70	3,20	0,783	5,60	6,70	3,80	0,108
	Não Alterou	7,10	2,60		4,50	7,00		9,10	4,70	6,30		5,60	20,00	3,80	
	Diminuiu	86,90	84,80		83,60	88,70		72,70	89,10	85,70		77,80	73,30	89,50	
	NS/NR	4,00	2,60		6,00	1,40		9,10	1,60	4,80		11,10	0,00	2,90	
VC	Aumentou	4,00	10,30	0,199	7,50	4,20	0,525	9,10	6,30	4,80	0,278	5,60	13,30	4,80	0,084
	Não Alterou	7,10	0,00		3,00	7,00		18,20	6,30	1,60		0,00	6,70	5,70	
	Diminuiu	81,80	82,10		80,60	83,10		63,60	82,80	84,10		77,80	60,00	85,70	
	NS/NR	7,10	7,70		9,00	5,60		9,10	4,70	9,50		16,70	20,00	3,80	
T	Aumentou	87,90	74,40	0,134	80,60	87,30	0,184	72,70	78,10	92,10	0,057	80,30	80,00	84,80	0,201
	Não Alterou	8,10	10,30		7,50	9,90		27,30	9,40	4,80		0,00	20,00	8,60	
	Diminuiu	3,00	12,80		9,00	2,80		0,00	10,90	1,60		11,10	0,00	5,70	
	NS/NR	1,00	2,60		3,00	0,00		0,00	1,60	1,60		5,60	0,00	1,00	
NM	Aumentou	82,80	64,10	0,095	71,60	83,10	0,278	45,50	79,70	81,00	0,002	66,70	73,30	80,00	0,064
	Não Alterou	3,00	5,10		3,00	4,20		27,30	1,60	1,60		11,10	0,00	2,90	
	Diminuiu	3,00	10,30		6,00	4,20		0,00	7,80	3,20		5,60	20,00	2,90	
	NS/NR	11,10	20,50		19,40	8,50		27,30	10,90	14,30		16,70	6,70	14,30	
E	Aumentou	84,80	79,50	0,206	80,60	85,90	0,165	63,60	84,40	85,70	0,222	72,20	80,00	85,70	0,038
	Não Alterou	4,00	5,10		3,00	5,60		0,00	6,30	3,20		5,60	0,00	4,80	
	Diminuiu	1,00	7,70		6,00	0,00		9,10	3,10	1,60		11,10	13,30	0,00	
	NS/NR	10,10	7,70		10,40	8,50		27,30	6,30	9,50		11,10	6,70	9,50	
FI	Aumentou	68,70	71,80	0,923	65,70	73,20	0,401	54,50	73,40	68,30	0,775	66,70	66,70	70,50	0,832
	Não Alterou	11,10	12,80		10,40	12,70		18,20	12,50	9,50		11,10	6,70	12,40	
	Diminuiu	2,00	2,60		1,50	2,80		0,00	1,60	3,20		0,00	0,00	2,90	
	NS/NR	18,20	12,80		22,40	11,30		27,30	12,50	19,00		22,20	26,70	14,30	
II	Aumentou	62,60	66,70	0,087	58,20	69,00	0,199	45,50	73,40	57,10	0,364	55,60	60,00	65,70	0,715
	Não Alterou	9,10	5,10		6,00	9,90		18,20	6,30	7,90		5,60	6,70	8,60	
	Diminuiu	3,00	12,80		9,00	2,80		9,10	4,70	6,30		11,10	13,30	3,80	
	NS/NR	25,30	15,40		26,90	18,30		27,30	15,60	28,60		27,80	20,00	21,90	
IS	Aumentou	60,60	53,80	0,082	53,70	63,40	0,575	45,50	64,10	55,60	0,642	66,70	53,30	58,10	0,19
	Não Alterou	9,10	20,50		13,40	11,30		18,20	12,50	11,10		0,00	20,00	13,30	
	Diminuiu	0,00	2,60		1,50	0,00		0,00	1,60	0,00		5,60	0,00	0,00	
	NS/NR	30,30	23,10		31,30	25,40		36,40	21,90	33,30		27,80	26,70	28,60	

Anexo 4 – Exemplo de convite para os participantes dos workshops, neste caso para o Serviço Nacional de Proteção Civil para o workshop de Bissau

Morto Baiém Fandé
Bairro de Empantcha, s/n, Bissau
Telm: 969200138/955485447
E-mail: kattemei@hotmail.com

Exmo. Senhor
Malam Djaura
Presidente do Serviço Nacional de Proteção Civil
Bissau

Bissau, 29 de junho de 2018

Assunto: **Convite**

Exmo. Senhor Presidente,

Eng. Morto Baiém Fandé, investigador associado do *Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes* (cE3c) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e doutorando em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável,

Tem a honra de convidar a vossa instituição a tomar parte, com 2 (dois) técnicos, no “Workshop de Adaptação às Alterações Climáticas na Cidade de Bissau” a realizar-se no dia 04 de julho de 2018, na sede do Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas, em Bissau, no âmbito do projeto de doutoramento “Adaptação Sustentável às Alterações Climáticas: examinando estratégias para a zona costeira da Guiné-Bissau em cenários de elevação do nível do mar”. O evento irá envolver a população local, poder público, ONGs, investigadores, empresas/setor privado e outros interessados. O objetivo do workshop é construir uma proposta de visão de adaptação sustentável à elevação do nível do mar na cidade de Bissau, através de avaliação e validação de possíveis opções/medidas de adaptação à inundação costeira em cenários de elevação do nível do mar.

Junto envio o Sumário Executivo do projeto e o programa do workshop.

Certo de que o assunto lhe interessa e de poder contar com a sua honrosa presença, reitero os meus respeitosos cumprimentos,

O Investigador

Eng. Morto Fandé

Sumário

A inundação costeira constitui um dos impactos mais significativos da elevação do nível do mar (ENM) resultante das alterações climáticas. A cidade de Bissau, que alberga aproximadamente 25% da população da Guiné-Bissau, já é afetada pela inundação costeira devido às marés e tempestades. Espera-se que a situação se agrave nas próximas décadas com os cenários previstos da ENM. O presente projeto cont m duas etapas:

I - Pretendeu avaliar de inundação costeira em cenário da ENM na cidade de Bissau, através de um modelo simples de superfície de inundação única, que considera um valor único de inundação e uma superfície topográfica da área de estudo. A estimativa do nível de água total considerado como valor de inundação resulta do somatório das componentes verticais: maré astron mica (MA), sobrelevação meteorológica (SM) e elevação do nível do mar (ENM) prevista para o cenário e horizontes temporais considerados. A extensão da inundação foi assim quantificada e mapeada usando o nível total de  gua (NTA) estimado para o presente, 2041, 2083 e 2100 e um Modelo Digital do Terreno (MDT) global de alta precisão (TanDEM-X) da região de Bissau. Os resultados indicam que a área terra seca potencialmente inundada corresponde a 20,65 %, 22,93 %, 27 % e 29,27 %, respetivamente para o presente, 2041, 2083 e 2100 do total da área de estudo (94,9 km²). A exposição da cidade   inundação deve-se principalmente à sua baixa altitude e a ocupação desordenada de terras inundáveis, torna esta região mais vulnerável num cenário de alterações climáticas.

II – Propõe-se a identificar e avaliar opções/medidas de adaptação sustentáveis   inundação costeira em cenários de ENM na cidade de Bissau. A identificação das opções/medidas de adaptação foi feita com base na revisão bibliográfica, resultado do mapeamento de inundação e do inq rito a população local e outros interessados. As opções/medidas são validadas num workshop que irá permitir a partilha de informação e a construção conjunta de uma proposta de visão de adaptação sustentável   elevação do nível do mar na cidade de Bissau, em diferentes horizontes temporais.

PROGRAMA DO WORKSHOP

Quarta-feira, 04/07/2018

Atividades

08:00 Chegada

08:30 Abertura

Diretor Geral do Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas

Presidente da Câmara Municipal de Bissau

Secretária de Estado do Ambiente

08:45 Apresentação sobre alterações climáticas e elevação do nível do mar – Eng. Morto B. Fandé (investigador, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa)

- a) cenários, impactos, vulnerabilidade, opções e medidas de adaptação globais;
- b) mapeamento e quantificação da inundação costeira e inquérito aos *stakeholders*

09:25 Pausa café

09:50

c) possíveis opções/medidas de adaptação aos impactos da elevação do nível do mar (inundação costeira) identificadas para a cidade de Bissau

10:15 Esclarecimento - perguntas e respostas

10:35 Apresentação sumária da metodologia de avaliação/validação das opções/medidas de adaptação – Eng. Morto B. Fandé

10:55 Esclarecimento – perguntas e respostas

11:15 Grupos de trabalho – avaliação/validação das opções/medidas de adaptação

12:50 Almoço e fotografia

13:50 Grupos de trabalho – avaliação/validação das opções/medidas de adaptação (continuação)

14:45 Grupos de trabalho – localização das opções/medidas de adaptação

15:05 Grupos de trabalho - Análise de obstáculos e oportunidades de adaptação

15:05 Sumário e próximos passos

15:15 Término do Workshop